



HOCHSCHULE  
KONSTANZ  
TECHNIK, WIRTSCHAFT  
UND GESTALTUNG

ISSN 1619 – 9812

# forum

2015

*Das Forschungsmagazin der Hochschule Konstanz*



## HTWG

Kooperationskonzepte  
Hochschule & Wirtschaft

## Aus der Forschung

Constraintbasierte  
Wertegenerierung für Testdaten  
Seewasserbetriebene Wärmepumpen  
Notengebung & Motivationspsychologie

## Übersichten

Projekte  
Expertenprofile  
Institute  
Studienangebot

# WIR ENTWICKELN PRESTA.

Unsere Herausforderung ist es, Marke zu verstehen. Und mit dem Gespür für Märkte und Kunden dieses Markenerlebnis erfahrbar zu machen. Einzigartig und in Serie. Wir sind ThyssenKrupp Presta. Gemeinsam bauen wir die innovativsten Lenksysteme der Welt.

Aktiviere deine Sinne für Presta: [www.thyssenkrupp-presta.com](http://www.thyssenkrupp-presta.com)

Dr. Arne Schacht, Teamleiter Vorentwicklung Lenksäulen, Prestianer seit 2011



ThyssenKrupp Presta Steering



ThyssenKrupp

# Vorwort

Prof. Dr.-Ing. Oliver Haase,  
Vizepräsident Forschung & Transfer

*„Die HTWG Konstanz ist eine interdisziplinär und grenzenlos agierende Hochschule, verankert in der Vierländerregion Bodensee. Sie ist führend in der Förderung von Innovationen und Potenzialen durch qualitativ hochwertige, lebensnahe Lehre, Forschung, Wissenstransfer und Weiterbildung. International positioniert ist sie eine anerkannte Partnerin von Wissenschaft, Wirtschaft und Öffentlichkeit.“*

Dieses Leitbild der Hochschule wurde im Frühjahr dieses Jahres durch eine Arbeitsgruppe, in der alle Interessengruppen der Hochschule vertreten sind, formuliert. Dass unsere Vision auch gelebte Praxis ist, zeigen unsere Aktivitäten und unser Engagement rund um die Forschung. Diese ist, dem Auftrag und Wesen anwendungsorientierter Forschung entsprechend, lösungsorientiert und innovationsgetrieben. Die Grundlage dafür bilden die Expertise und das Engagement der Forscherinnen und Forscher der Hochschule, die individuell, in projektbezogenen Arbeitsgruppen und in interdisziplinär ausgerichteten Forschungsinstituten arbeiten. Extern ist die HTWG vernetzt mit innovationsorientierten Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen, sie ist damit Teil der internationalen Wissenschafts- und Wirtschaftsregion Bodensee - im Vierländereck gehen regionale Verankerung und Internationalität Hand in Hand. Wir möchten mögliche Synergien und interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen der Fakultäten ebenso wie nationale und internationale Kooperationspartnerschaften mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen noch mehr fördern. Auch spielt in Forschung, Entwicklung und Transfer neue Nutzenerschließung für bestehende Technologien eine Schlüsselrolle.

Unser Ziel ist, dem Leitbild entsprechend strategische Partnerschaften und innovative Kooperationsformen weiter auszubauen: Hierbei hilft uns seit Januar ein Koordinator für Innovationspartnerschaften. Außerdem haben wir unsere Forschungsunterstützung durch die Einrichtung eines vierköpfigen Forschungsreferats ausgebaut.

Forschung an HAW ist anwendungsorientiert und soll es weiterhin sein. Durch langjährige und enge Zusammenarbeit mit Unternehmen, aber auch mit Städten und Gemeinden, sind den Forschenden aller Fakultäten an der HTWG aktuelle Technologien, Entwicklungen und Bedürfnisse genau bekannt.

Technische, ökonomische wie gesellschaftliche Herausforderungen in den Bereichen innovative Technologien, intelligente



Produkte und Fertigungsverfahren treiben die Forschenden an, Lösungen für die offenen Fragen zu „Industrie 4.0“ zu finden; effiziente, aber auch Integrität fördernde Unternehmens- und Managementstrukturen, die einem globalen Wirtschaften gerecht werden, nachhaltige Lösungen in den Bereichen Umwelt- und Klimaschutz sowie Material- und Ressourceneffizienz sind nur einige weitere Stichworte im breiten Forschungsspektrum an der HTWG, das dennoch um wohl erkennbare Schwerpunkte strukturiert ist.

Die oben genannten Aktivitäten in Zahlen ausgedrückt: 2.265.699 € Drittmittel aus überwiegend öffentlicher Förderung und 987.532 € Drittmittel aus überwiegend privater Förderung flossen in 46 überwiegend öffentlich finanzierte und 39 überwiegend privat geförderte Forschungsprojekte, und somit eine Gesamtsumme von 3.253.237 € in 85 laufende Projekte.

Forschung ist seit Jahrzehnten integraler Bestandteil der Aktivitäten der Hochschule und eng verzahnt mit einer auf Aktualität setzenden Lehre und Weiterbildung. Nebst Bachelor-, Masterabschlüssen sowie Weiterbildungsangeboten gibt es auch einen wachsenden wissenschaftlichen Nachwuchs:

Im Herbst 2015 zählen wir 49 Doktorandinnen und Doktoranden an der HTWG, die in nationalen und internationalen kooperativen Promotionsverfahren vornehmlich in den Bereichen Elektro- und Informationstechnik, Wirtschaftswissenschaften, Maschinenbau sowie in der Wirtschaftsinformatik forschen. Im Juli fand im Rahmen des Kooperativen Promotionskollegs erstmals ein für alle Fachbereiche offenes Sommerkolloquium statt. Zu einigen der Forschungsprojekte und Dissertationen können Sie im vorliegenden Heft Informationen finden.

Ich möchte Allen danken, die sich der Hochschule verbunden fühlen und durch ihr hohes Engagement dazu beitragen, dass sich unsere Hochschule stetig weiterentwickelt, denn „Wer nichts verändern will, wird auch das verlieren, was er bewahren möchte“. (Gustav Heinemann).

Oktober 2015





## Impressum

Herausgeber: Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung  
Vizepräsident Forschung, Prof. Dr.-Ing. Oliver Haase (v.i.S.d.LPrG.)  
[www.htwg-konstanz.de](http://www.htwg-konstanz.de) ©Hochschule Konstanz

Redaktion: Dipl.-Ing. FH Andreas Burger MBA, Referent für Forschung  
& Entwicklung, Géraldine Kortmann M.A., Forschungsreferentin, Isabel Zaiss

Fotos: Jespah Holthof (S. 3, 69, 71, 74, 83, 86, 88, 89, 91, 93),  
Johanna Höfer/Andrea Grützner (S. 67, 77, 78, 81, 94),  
Benjamin Troll (S. 4), Thomas Hoch (S. 6), Patrick Pfeiffer (S. 8)  
Géraldine Kortmann (S. 19)

Titelbild: Direktoren des Konstanz Instituts für Prozesssteuerung (KIPS),  
Prof. Dr. Marco Mevius und Prof. Dr. Christopher Rentrop

Anschrift: HTWG FORUM, Hochschule Konstanz, Brauneggerstraße 55,  
D-78462 Konstanz, Tel. +49 (0)7531 206-325, Fax +49 (0)7531 206-436,  
[burger@htwg-konstanz.de](mailto:burger@htwg-konstanz.de)

Satz und Anzeigenverwaltung: Hohentwiel Verlag & Internet GmbH,  
Dr.-Andler-Str. 28, D-78224 Singen, Tel. 07731 / 9 12 31-0,  
[www.hohentwielverlag.de](http://www.hohentwielverlag.de), [info@hohentwielverlag.de](mailto:info@hohentwielverlag.de)

Druck und Weiterverarbeitung: Druck Schefenacker, Sirnauer Straße 40,  
D-73779 Deizisau, gedruckte Auflage: 5.000 Exemplare, ISSN 1619-9812,  
Ausgabe 2015; Internetausgabe: ISSN 1611-3748

## Forschung an der HTWG

---

### Vorwort des Vizepräsidenten Forschung & Transfer

*Oliver Haase*

3

### Aktuelles zu Forschung an der HTWG: Neue Kooperationsformen für anwendungsorientierte Forschung

*Andreas Burger, Ulrich Hutschek, Géraldine Kortmann, Alexander Rößler*

6

### Von der Masterarbeit zum Innovationsprojekt – das neue Post-Master-Programm (PMP) der Hochschule Konstanz

*Ulrich Hutschek*

8

### Der Beitrag einer hybriden Energieversorgung für die Energiewende: Projekte HYPV und PlanOhybE

*Thomas Göllinger, Florian Heidtmann, Hannes Gaschnig*

10

### Das Konstanz Institut für Prozesssteuerung – KIPS

*Géraldine Kortmann*

16

## Fachartikel

---

### Energiequelle Seewasser

*Henriette Kammer, Benno Rothstein*

20

### Constraint-basierte Wertegenerierung für Testdaten

*Jens Küblbeck, Jürgen Wäsch, Thomas Fox, Rainer Weinhold*

24

### Approach to Define Scalable Metamodels with Many to Many Cardinalities Based on JSON

*Markus Gerhart, Marko Boger*

32

### Fremdsprachenunterricht und Motivationspsychologie: Löhnen sich Fehlerkorrekturen bei gleichzeitiger Notengebung?

*Andrea Dlaska, Christian Krekeler*

38

### Multistakeholder-Analyse zur Evaluation der KICG-Anforderungen an Compliance-Management-Systeme

*Stephan Grüninger, Anna Wiebe*

44

### Automobile Wertschöpfung und Unternehmenserfolg

*Michael Hadamitzky*

48

### The Concept of Moral Integrity and its Implications for Business

*Lisa Schöttl*

52

### Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz

*Thomas Stark, Maike Sippel, Julia Weisser, Sven Simon, Markus Szaguhn*

56

## Experten und Projekte

---

### Studienangebot

65

### Forschungsinstitute der HTWG

65

### Expertenprofile

66

### Forschungsprojekte

82

### Laufende und abgeschlossene Kooperative Promotionsprojekte, abgeschlossene Promotionen 2014

96

# Aktuelles zu Forschung an der HTWG: Neue Kooperationsformen für anwendungs- orientierte Forschung

*Andreas Burger, Ulrich Hutschek, Géraldine Kortmann, Alexander Rößler*



*Dipl.-Ing. FH Andreas Burger MBA ist Leiter des Forschungsreferats; Dipl.-Ing. Ulrich Hutschek ist Koordinator für Innovationspartnerschaften; Géraldine Kortmann M.A. ist Forschungsreferentin und Referentin für das Kooperative Promotionskolleg; Alexander Rößler ist Controller für die Drittmittel – hier inmitten einiger der Forscherinnen und Forscher der HTWG*

Die Forschung an den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW) ist anwendungsorientiert. Dies ist eine Selbstzuschreibung der HAW, entstanden aus der kurzen Historie eines Vierteljahrhunderts Forschungsgeschichte an den HAW. Allen Hochschulen Baden-Württembergs obliegt die Aufgabe der „Pflege und Entwicklung der Wissenschaften und der Künste durch Forschung, Lehre, Studium und Weiterbildung in einem freiheitlichen, demokratischen und sozialen Rechtsstaat“, und die von den HAW errungene „besondere Aufgabenstellung“ ist, dass sie „anwendungsbezogene Forschung und Entwicklung“ betreiben.

Die Adressaten der anwendungsbezogenen Forschung und Entwicklung sind die Gesellschaft, deren Verwaltungen und die Wirtschaft. Die Gesellschaft im abstrakten Sinne, die Verwaltungen und Wirtschaft im konkreten Sinne, letztere weil sie aus konkreten Unternehmen und Körperschaften bestehen mit konkreten Fragestellungen und der nicht unwichtigen Fähigkeit, Hochschulen die Finanzierung der Forschung durch die Vergabe von Aufträgen zu ermöglichen.

Die Feststellung des Wissenschaftsrates aus dem Jahr 2010, es sei problematisch, „dass Forschung den Fachhochschulen qua Gesetz zwar als Aufgabe zugewiesen wird, dies aber nicht in entsprechend erhöhten Grundmitteln zum Ausdruck kommt, sondern Forschungsvorhaben fast ausschließlich aus Drittmitteln“.

teln finanziert werden“ ist weiterhin richtig. Die institutionelle Förderung der Forschung an den HAW ist die sogenannte IAF-Grund- und Bonusförderung, die keine 3 % der Drittmittelnahmen umfasst. Das hoffnungsfrohe Mittelbauprogramm, mit dem zumindest drei forschungsstarke Institute für drei Jahre je eine halbe Wissenschaftlerstelle erhielten, wird wohl nicht verstetigt.

Der Präsident der HTWG hält fest, dass „der Praxisbezug durch Kooperation mit Unternehmen und Auftraggebern aus Wirtschaft und Gesellschaft ... ideale Voraussetzungen für eine aktuelle und lebensnahe Lehre“ schaffe. „So versteht sich die Hochschule als Partner zur Lösung gesellschaftlicher Aufgabenstellungen im Sinne einer nachhaltigen Betrachtung. Die Vielzahl der vorhandenen Kompetenzen bietet ideale Anlaufpunkte vor allem für kleine und mittelständische Unternehmen“ und bestätigt damit die Linie des baden-württembergischen Wissenschaftsministeriums: „Wissenschaft muss sich aber in der Gesellschaft verankern und in den Dienst der Gesellschaft stellen ... Technische und soziale Innovationen müssen in die Umsetzung gelangen“, so die Wissenschaftsministerin im Sommer diesen Jahres.

Im Forschungsreferat der Hochschule werden darum neben den bewährten Instrumenten der Unterstützung der Forschungsförderung neue Kooperationsformen entwickelt. Die Kernfrage, aus der die neuen Aktivitäten resultieren, lautet: Wie kann die Hochschule Konstanz der Region im Allgemeinen und der regionalen Industrie im Speziellen neben einer sehr guten Ausbildung ihrer Absolvent/innen ein grundständigen Studiengänge einen Mehrwert bieten?

Vor diesem Hintergrund wird offensichtlich, dass die fachlichen Kompetenzen, ein überdurchschnittlicher Betreuungsschlüssel, die moderne Laborausstattung und die Forschungsstärke der Hochschule nicht nur im Vorlesungsbetrieb Nutzen stiften können, sondern auch darüber hinaus: Gerade für den regionalen Mittelstand kann eine Hochschulkooperation zur Zukunftssicherung beitragen.

Um die Zusammenarbeit mit Unternehmen auf solide Füße zu stellen, werden auch die konkreten Kooperationsformen weiterentwickelt. So wurde beispielsweise im Sommer das sechsmonatige Post-Master-Programm ins Leben gerufen, eine Kombination aus Innovationsprojekt und Traineeprogramm (s. Artikel zum Post-Master Programm in diesem Heft). Um den Anspruch, Praxis und Forschung zielführend zu verknüpfen, zu unterstreichen, wurde darüber hinaus die sogenannte KoKo initiiert: KoKo stellt eine kofinanzierte Kooperation dar, ausgelegt auf zwei bis drei Jahre. Die Idee dabei ist, dass die Hochschule als anwendungsnahe Forschungseinrichtung einen konkreten Unternehmensbedarf nicht nur als Möglichkeit für ein Praxisprojekt betrachtet, sondern darin einen Forschungsbedarf erkennt. Somit wird im Rahmen von KoKo der Nutzen der Drittmittel, aus denen das Projekt finanziert wird, vermehrt, um das Praxisprojekt in Form einer Promotionsstelle wissenschaftlich zu untermauern. Somit bietet KoKo sowohl dem Unternehmen als auch der Hochschule einen Vorteil: das Unternehmen bekommt

nicht nur ein Projekt, sondern gleichzeitig neueste Erkenntnisse aus der Wissenschaft, und die Wissenschaftler der Hochschule können diese erarbeiten.

Nach erfolgreicher Einwerbung eines drittmittelgeförderten Forschungsprojektes stellt das Forschungsreferat mit zuverlässigem und fachkundigem Service die Drittmittelverwaltung sicher, denn der Forscher und die Forscherin sollen die wertvolle Zeit für die Forschung verwenden, nicht für die Verwaltung.

Auch für unser Forschungsmagazin haben wir eine neue Form gewählt: Das FORUM erscheint in neuem Layout und mit aktualisiertem Konzept. So ist ein größerer Teil der Fachartikel in einem auch für Fachfremde zugänglichen Duktus verfasst, so dass Leserinnen und Leser sich über Forschungsergebnisse und laufende Projekte aller Fachrichtungen informieren können. Diese Artikel sind in blau betitelt. Die in Fachsprache verfassten Beiträge finden Sie mit grüner Überschrift. Es wird von nun an in jeder Ausgabe über eines der laufenden Forschungsprojekte und eines der Institute ausführlicher berichtet.

Der erste Abschnitt widmet sich hochschulstrategischen forschungsbezogenen Inhalten. Im zweiten Teil finden die Leserin und der Leser wie gewohnt Fachartikel, die aus der Forschung an der HTWG entstanden sind. Dazu werden einige der laufenden Promotionsvorhaben präsentiert.

Nebst den Übersichten über Expertenprofilen und Forschungsprojekten sowie dem Studienangebot an der HTWG, die nun im dritten Abschnitt aufgeführt sind, finden Sie eine Übersicht über die Forschungsinstitute der HTWG und im Vorjahr abgeschlossene kooperative Promotionsprojekte.

Wir wünschen Ihnen eine spannende und informative Lektüre,

Ihr Forschungsreferat

## Quellen

[1] *Landeshochschulgesetz Baden-Württemberg in der 2015 gültigen Fassung*

[2] *Wissenschaftsrat, Empfehlungen zur Rolle der Fachhochschulen im Hochschulsystem, Drs. 10031-10, 2010; <http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/10031-10.pdf>*

[3] *Präsident Prof. Dr.-Ing. Carsten Manz im Jahresbericht des akademischen Jahres 2014/2015 der HTWG Konstanz*

[4] *Redemanuskript von Ministerin Theresia Bauer anlässlich des Forschungstags der BW-Stiftung am 22. Juli 2015 in Stuttgart, [https://mwk.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mwk/intern/dateien/pdf/Reden\\_\\_Gru%C3%9Fw.\\_Beitr%C3%A4ge\\_Min/Rede\\_MIN\\_Forschungstag\\_BW\\_Stiftung\\_22072015.pdf](https://mwk.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mwk/intern/dateien/pdf/Reden__Gru%C3%9Fw._Beitr%C3%A4ge_Min/Rede_MIN_Forschungstag_BW_Stiftung_22072015.pdf)*




**Ulrich Hutschek**

ist seit Januar 2015 Koordinator für Innovationspartnerschaften an der Hochschule Konstanz. Nach einem Studium des Technologie- und Innovationsmanagements an der Universität Stuttgart und war stellvertretender Leiter des EFTEK Zentrum Technologiemanagement. In seiner Dissertation an der Zeppelin Universität Friedrichshafen befasst er sich mit „Technological Opportunity Recognition“.

# Von der Masterarbeit zum Innovationsprojekt – das neue Post-Master-Programm (PMP) der Hochschule Konstanz

*Ulrich Hutschek*

Eine Musterregion für Innovation und Hightech – so bezeichnete der baden-württembergische Ministerpräsident Winfried Kretschmann die Bodenseeregion bei seinem Besuch in Konstanz anlässlich des ersten Wirtschaftskonzils im Frühjahr dieses Jahres. Er merkte aber an, dass die Zukunft der Region mit ihren forschungsintensiven Branchen davon abhängt, inwieweit die Wirtschaft mit den regionalen Hochschulen und Netzwerken zusammenarbeitet. Laut Bundeswirtschaftsministerium ist denn auch die enge Vernetzung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft einer der Gründe für die aktuelle Stärke des deutschen Innovationssystems.

Doch was genau können Hochschulen in diesem Zusammenhang leisten? Folgt man der aktuellen Managementliteratur, benötigen Unternehmen sogenannte Ambidexterität, um im Wettbewerb anschlussfähig zu bleiben. Dieser Begriff, der eigentlich „Beidhändigkeit“ bedeutet, bezeichnet die unternehmerische Notwendigkeit, sowohl bereits vorhandene Kompetenzen zu verbessern als auch neue aufzubauen. Qualitätsverbesserungen und Effizienzgewinne bei den vorhandenen Kompetenzen sind zwar wichtig, helfen aber nicht, wenn die Kompetenzen nicht mehr gefragt sind, so wie es beispielsweise Kodak und der analogen Fotografie mit dem Aufkommen der Digitalkameras ergangen ist.

Unternehmen, die ihre Aktivitäten ausbalancieren, sind langfristig erfolgreich – und für beide Bereiche können Hochschulen wertvolle Partner sein: In den Laboren und Hörsälen treffen Expertise und Kreativität aufeinander, Fachkompetenz und Neugier. Bestehendes wird optimiert und Neues ausprobiert. Somit stellen Hochschulen genau den Konvergenzraum dar, der Ambidexterität möglich macht. Umgekehrt ist die Zusammenarbeit der Wirtschaft und der Wissenschaft auch für letztere unerlässlich: Insbesondere für die Hochschulen der angewandten Wissenschaften (HAW) stellen kooperative Forschungsprojekte eine zentrale Möglichkeit dar, ihre Forschung an der von der Anwendungsseite her definierten Relevanz auszurichten auszurichten und eine Lehre anbieten zu können, die aktuelle Themen, Herausforderungen und Fragestellungen der Wirtschaft berücksichtigt.



Vor diesem Hintergrund versteht sich die Hochschule Konstanz als ein Akteur des regionalen Wirtschaftssystems, der nicht nur seine Expertise einbringt, sondern auch neue Antworten auf die Frage sucht, auf welche Weise Unternehmen erfolgreich mit der Hochschule zusammenarbeiten können. Ein neues Konzept in diesem Zusammenhang ist das sogenannte Post-Master-Programm (PMP). Ausgehend von der Feststellung, dass Masterarbeiten häufig mehr Fragen aufwerfen als sie beantworten und die Ergebnisse in der Kürze der Zeit nur selten den Weg in die praktische Umsetzung schaffen, vereint das neue Programm Komponenten eines Forschungsprojektes mit denen eines Traineeprogramms.

Das oberste Ziel des Post-Master-Programmes ist die Implementierung dessen, was sich in der Theorie bereits als sinnvoll erwiesen hat: Das sechsmonatige Programm richtet sich einerseits an Unternehmen, die die Betreuung einer Masterarbeit als Möglichkeit verstehen, sich dem oben erwähnten Neuen zu stellen – dies kann beispielsweise die Überprüfung einer neuen Technologie hinsichtlich des Einsatzes in einem konkreten Szenario sein – und diesbezüglich schnell belastbare Erkenntnisse bezüglich der praktischen Umsetzbarkeit brauchen. Andererseits werden mit dem neuen Programm Masterstudierende angesprochen, die sich gerne – unterstützt vom betreuenden Professor und ergänzt durch Coaching- und Weiterbildungsmodule an der Hochschule – zum Themenexperten weiterentwickeln wollen und die Möglichkeit interessant finden, direkt nach dem Studium ein eigenes Implementierungsprojekt zu leiten.

Das Post-Master-Programm soll also wissenschaftliche Erkenntnisse fit für die Praxis machen und die Praxis dazu befähigen, Forschungserkenntnisse direkt anzuwenden. Dieser Dualität wird das Programm insofern gerecht, als der Post-Masterand z.B. wochenweise seinen Arbeitsort wechselt: die Hälfte der Zeit arbeitet er in der Hochschule, die andere Hälfte im Unternehmen. So wird auf beiden Seiten ein iterativer Adaptionsprozess angestoßen.

Mit dem neuen Programm möchte die Hochschule Konstanz Unternehmen auf dem steinigen Weg zu Innovationen einen wirklichen Mehrwert bieten und einen Beitrag dazu leisten, dass die Bodenseeregion auch weiterhin ein Musterbeispiel für Innovation und Hightech bleibt.

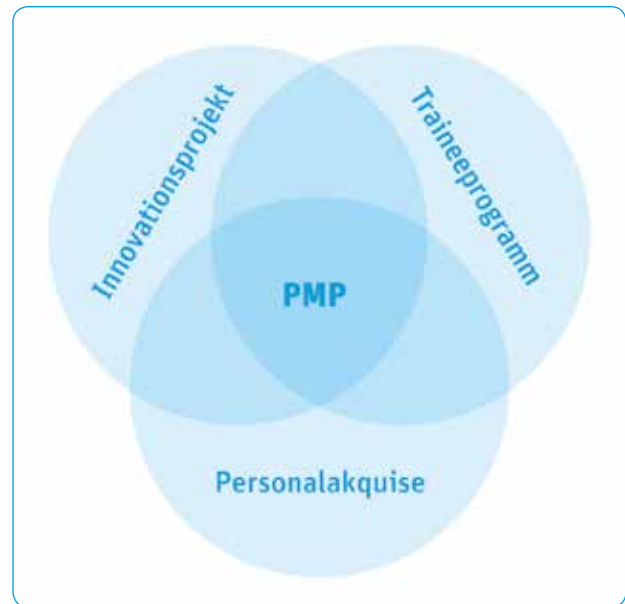


Abb. 1: Konzept Post-Master-Programm (PMP)



**Prof. Dr. Thomas Göllinger**

seit 2012 Professur für Energiewirtschaft in der Fakultät Elektro- und Informationstechnik an der HTWG. Arbeitsgebiete: Systemisch-evolutionäre Wirtschafts- u. Managementwissenschaften, insbes. Innovations- und Transformations-Management in den Anwendungsfeldern Sustainable Development, zukunftsfähige Energiewirtschaft / Energiewende, Sustainable Mobility sowie Sustainable Cities.



**Florian Heidtmann**

Studium an der HTW des Saarlandes, Abschluss 2011 als Wirtschaftsingenieur (B. Sc.). Anschließend Studium an der Beuth Hochschule für Technik Berlin, Abschluss 2013 als Wirtschaftsingenieur (M. Sc.). Seit Februar 2015 akademischer Mitarbeiter in der AG Energiewirtschaft an der HTWG Konstanz (Projekt „HYPV“).



**Hannes Gaschnig**

Abschluss im Jahr 2012 als Diplom Umweltwissenschaftler an der Universität Koblenz-Landau. Seit Oktober 2014 akademischer Mitarbeiter in der AG Energiewirtschaft an der HTWG Konstanz (Projekt „PlanOhybE“).

# Der Beitrag einer hybriden Energieversorgung für die Energiewende: Projekte HYPV und PlanOhybE

Thomas Göllinger, Florian Heidtmann, Hannes Gaschnig

## Einleitung: Hintergrund der Forschungsprojekte

Das deutsche Energiesystem unterliegt aktuell einem beschleunigten Strukturwandel, der populär als „Energiewende“ oder auch als „Transformation des Energiesystems“ bezeichnet wird. Besonders betroffen von diesem Strukturwandel ist der Strommarkt, in geringerem Maße auch der Wärmemarkt. So ist als Resultat einer ambitionierten Förderpolitik insbesondere der Anteil der Erneuerbaren Energien (EE) an der Stromerzeugung in den letzten Jahren erheblich gewachsen. Dennoch wird es noch einige Jahrzehnte dauern, bis ein weitgehender Übergang zu den Erneuerbaren Energien sowohl bei der Strom- als auch der Wärmeversorgung stattgefunden hat. In dieser Übergangsphase stehen sich das alte und neue System sowohl ergänzend als auch konkurrierend gegenüber. Die damit verbundenen Problemfelder reichen von der Frage nach einer effizienten Nutzung des Überschussstroms aus EE (negative Residuallast) bis hin zum Netzausbau (Strom-, Gas- und Fernwärmenetz). In diesem Kontext zeichnet sich ab, dass der energiewirtschaftliche Zusammenhang von Strom- und Wärmemarkt stärker thematisiert werden muss als dies bisher der Fall war; dies führt zu hybriden Erzeugungs-, Transport- und Nutzungsstrukturen.

Eine Diversifizierung von Technologien der dezentralen Stromerzeugung und im Bereich der Heizwärme hat unmittelbare Auswirkungen auf die zukünftige Auslegung und Steuerung der Verteilnetze in der kommunalen Versorgung. Die wachsende Strom-Eigenerzeugung (z.B. Blockheizkraftwerke (BHKW) und Photovoltaik (PV)) in den Verteilnetzen kann einerseits eine Verminderung der Netzbelastung in Starklastzeiten bewirken, andererseits jedoch auch zu einer Umkehr der Stromflüsse und zu neuen lokalen Spitzenbelastungen führen. Neue Stromsenken (z.B. elektrische Wärmepumpen) werden zukünftig die Lastspitzen in den Stromverteilnetzen erhöhen (vgl. Göllinger 2011, Heilek/Kühne/Tzscheutschler 2013). Dieser Problematik kann einerseits mit einer kostenintensiven Verstärkung der Stromnetze und andererseits mit Maßnahmen des Lastmanagements (Glättung der Lastspitzen, Smart Grids) sowie der Installation von zentralen oder dezentralen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) begegnet werden.

Der Einsatz zentraler und dezentraler Technologien führt somit zu einer engen Kopplung und gegenseitigen Abhängigkeit zukünftiger Strom-, Gas- und Wärmeverteilnetze. Ein gesamtwirtschaftlich effizienter Umbau der Strom- und Wärmeerzeugung ist daher nur möglich, wenn parallel zum Einsatz der unterschiedlichen Technologien auch die kostenintensive Infrastruktur von Strom-, Gas- und Wärmenetzen betrachtet wird.

Gleichzeitig stellt der sozioökonomische und demographische Wandel mit der einhergehenden Änderung von Siedlungs- und Nutzungsstrukturen die Betreiber von Versorgungsnetzen (Strom, Gas, Wärme) vor völlig neue Herausforderungen. Durch die zunehmende Komplexität des Systems wächst die Gefahr von Fehlinvestitionen beim Netzausbau und Netzbau. Für Energieversorgungsunternehmen (EVU) ist es von großem Interesse die zukünftige Struktur der Wärmenachfrage zu kennen. Eine Kombination bestimmter Gebäude- u. Nutzertypen innerhalb einer Siedlungspartelle bestimmt aufgrund des jeweils spezifischen Potentials zur energetischen Gebäudesanierung zukünftig die Struktur und die Quantität des Heizenergiebedarfs dieser Siedlungszelle. Energiewirtschaftlich stellt sich die Frage nach der zeitlichen Entwicklung der Energienachfrage zur Gebäudeheizung in einer bestimmten Siedlungszelle und damit nach der Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Versorgungsoptionen. So hängt insbesondere der Ausbau bzw. die Aufrechterhaltung der leitungsgebundenen Energieversorgung (Erdgas, Fernwärme) von einem kostendeckenden Mindestdurchsatz ab. Hier kommen alle Besonderheiten der Netzökonomie ins Spiel (vgl. z.B. Knieps 2007, Göllinger 2010). Für zukünftige Investitionsentscheidungen sind diese Aspekte für das jeweilige EVU (bzw. den Netzbetreiber) von hoher Relevanz.

Vor diesem Problemhintergrund werden an der Hochschule Konstanz in den Forschungsprojekten „HYPV-EnEff:Stadt“ und „PlanOhyBE“ Werkzeuge zur Modellierung, Simulation und Optimierung von hybriden Versorgungsnetzen zur Absicherung künftiger Ausbauplanungen entworfen.

### **Das Projekt „Hybrides Planungsverfahren zur energieeffizienten Wärme- und Stromversorgung von städtischen Verteilnetzen (HYPV)“: Fragestellungen und Ziele**

Aus Sicht der Arbeitsgruppe (AG) Energiewirtschaft der HTWG Konstanz ergeben sich aus der Hybridisierung folgende zentrale Fragestellungen:

Die in der Einleitung angesprochene Problematik der Verschiebung der Residuallast durch den weiteren Ausbau der volatilen regenerativen Stromerzeugung wird im Projekt aufgegriffen. Mit Hilfe eines eigens entwickelten Simulationsmodells kann die im Zeitverlauf zunehmende negative Residuallast (Stromüberschuss aus EE) am Beispiel einer idealtypischen Modellstadt aufgezeigt werden (vgl. Abb. 1). Die Residuallast ergibt sich aus der Differenz zwischen der gesamten Last und der Last, die aus EE gedeckt werden kann. Demnach wird die positive Residuallast durch konventionelle Kraftwerke abgedeckt. Die Identifi-

zierung sowie Beurteilung effizienter Nutzungsmöglichkeiten der zukünftigen temporären Stromüberschüsse aus EE (negative Residuallast) stellt eine zentrale Fragestellung des Projektes dar.

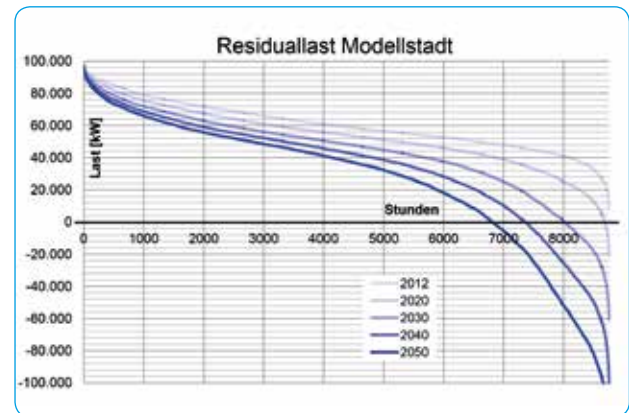


Abb. 1: Entwicklung der Residuallast im Zeitverlauf

Bezüglich der Investitions- und Nutzungsentscheidungen für eine bestimmte Variante der Energieversorgung stehen im Projekt die autonomen Entscheidungen von Gebäudeeigentümern im Mittelpunkt der Betrachtung. Neben dem Themenkomplex der Residuallast steht somit die Frage nach dem optimalen Technologie-Portfolio für die einzelnen Gebäudetypen im Vordergrund. Für die Strom- und Wärmeversorgung eines Gebäudes existieren diverse Technologien. Unter Berücksichtigung der spezifischen Investitionskosten sowie der Brennstoffkosten in Verbindung mit den CO<sub>2</sub>-Emissionen soll das kosten- und emissionsminimale Technologie-Portfolio für jeden Gebäudetyp berechnet werden. Alternativ bzw. zusätzlich kann ein Gebäude über das öffentliche Netz versorgt werden. Für die externe Energieversorgung sind aus heutiger Sicht Leitungsnetze unabhängig, so dass diese ebenfalls Wirtschaftlichkeits- und damit Optimierungsüberlegungen unterliegen. Zur Lösung dieser Fragestellungen kommen Verfahren der linearen Optimierung zur Anwendung (siehe z.B. Hensel 2013).

Für die Ermittlung des Gesamtoptimums (Technologie-Portfolio und Netze) ist darüber hinaus die Bestimmung der erst-, zweit-, ..., n-besten kosten- und emissionsminimalen Technologie-Portfolios für jeden Gebäudetyp wichtig, weil die Netzkosten in Abhängigkeit des durch den Gebäudeeigentümer gewählten Technologie-Portfolios steigen oder sinken.

Des Weiteren bedingt die zukünftige Kostenreduktion bei den einzelnen Technologien auf Grund von statischen (Größendegression) und dynamischen Skaleneffekten (Lernkurven) eine Betrachtung des optimalen Technologie-Portfolios im Zeitverlauf (vgl. Göllinger 2012). Die Kostenentwicklungen der einzelnen Technologien können dabei divergieren, so dass sich in Zukunft ein veränderter optimaler Technologie-Mix ergeben könnte.

Aus den zuvor dargestellten zentralen Fragestellungen des Forschungsprojektes kann die Minimierung der volkswirtschaftlichen Gesamtkosten der Energieversorgung durch eine spartenübergreifende optimale Auslegung der Strom-, Gas- und

Wärmenetze als Hauptziel abgeleitet werden. Darüber hinaus sollen die Ergebnisse auf andere Städte bzw. Kommunen übertragbar sein, wofür die Zusammenarbeit mit den Stadtwerken der Städte Konstanz, Sindelfingen und Düsseldorf ein integraler Bestandteil des Projektes ist.

Der Einsatz effizienter Strom- und Wärmeerzeugungstechnologien wie KWK-Anlagen und Strom-Wärmepumpen führt zu einer Verzahnung der Sparten Strom, Gas und Nah-/Fernwärme, was zu zusätzlichen Belastungen auf der Netzebene führen kann. Demzufolge ist die technisch optimierte Auslegung der Energienetze bei gleichzeitiger Berücksichtigung der beim Kunden eingesetzten Technologien und die optimale Ausdehnung

beantwortet werden. Während ein bivalenter Betrieb als eine erste Hybridstufe gedeutet werden kann (vgl. Appelrath et al. 2012, Hinterberger/Kleimaier 2012), lassen sich überdies weitere Stufen einer Hybridisierung des Energiesystems identifizieren, mit denen sich die Arbeitsgruppe befasst.

Solche und ähnliche Fragestellungen versucht das Forschungsprojekt zu beantworten. Insgesamt sollen die mathematischen und planerischen Grundlagen für die Auslegung und ökonomische Optimierung hybrider Energienetze (also von gekoppelten Versorgungsnetzen für Strom, Gas und Wärme) entwickelt werden.

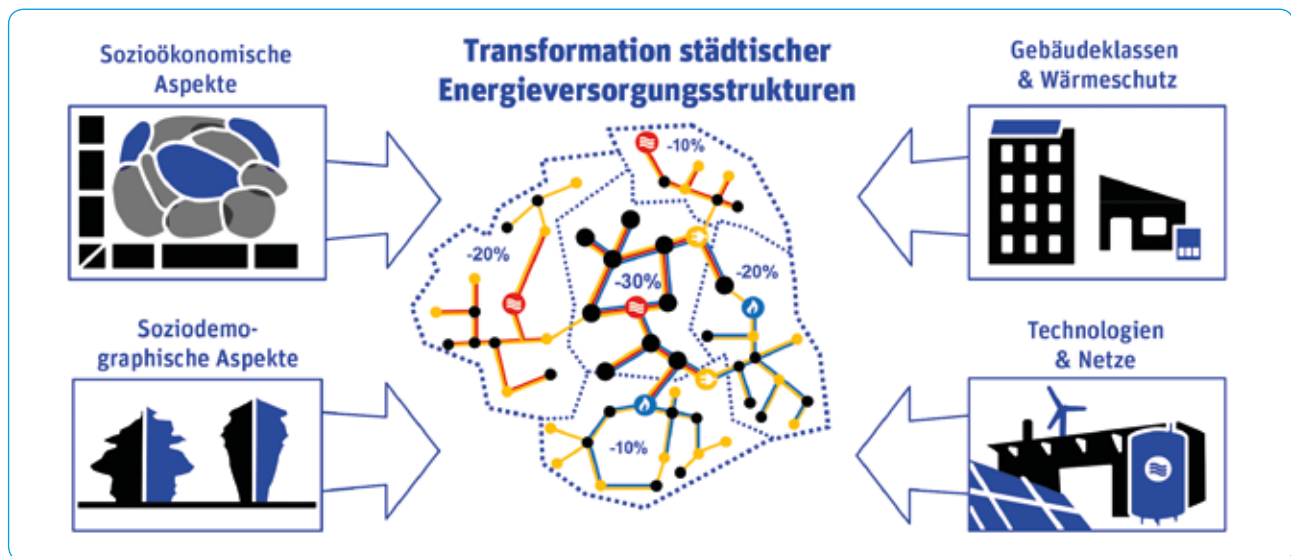


Abb. 2: Wesentliche Elemente des PlanOhybE-Projektes

und Dimensionierung der Strom-, Gas- und Wärmenetze zu bestimmen.

Für möglichst umsichtige Investitionen ist es ratsam, dass sich Entscheidungsträger mit zahlreichen, zukunftsgerichteten Fragestellungen auseinandersetzen. Als repräsentatives Beispiel soll folgende Frage dienen: In welchen Situationen wäre es sinnvoll einen Energiewandler mit zwei Energieträgern versorgen zu können? Hierfür stellt die Entwicklung und (Um-)Gestaltung der Energiemärkte in den kommenden Jahren einen bedeutenden Einflussfaktor dar. Das Projektteam analysiert diesbezüglich wissenschaftliche Veröffentlichungen und verfolgt die aktuelle politische Diskussion zur Energiewende, um mit deren Hilfe wahrscheinliche Veränderungen mit Softwaretools nachzubilden. Auf diese Weise sollen sich für die Optimierungsmodelle szenarienbasierte Aussagen über die besten Lösungen treffen lassen.

So gilt etwa für die obige Frage allgemein, dass die summierten Ersparnisse durch den Bezug des jeweils zu einem beliebigen Zeitpunkt günstigeren Energieträgers größer sein müssen als die Zusatzinvestitionen für einen bivalenten Betrieb. Wann dieser Break-Even genau eintritt, hängt jedoch von den konkreten Preisrelationen ab und kann daher immer nur vor dem gegenwärtig und zukünftig geltenden energiepolitischen Hintergrund

### **Projekt „Planung und Optimierung einer hybriden kommunalen Energieversorgung (PlanOhybE)“: Fragestellungen & Ziele**

PlanOhybE verfolgt insbesondere folgende Ziele, die in Abbildung 2 ersichtlich werden.

Zunächst werden in bereits vorhandene Optimierungsmodelle sozioökonomische, soziodemographische und planerische Aspekte integriert. Die Zusammenhänge zwischen diesen Faktoren und der eigentlichen energierelevanten Entscheidung müssen dafür bekannt sein; hierzu wertet die Arbeitsgruppe entsprechende Veröffentlichungen aus, nimmt wichtige neue Aspekte in die Modelle auf und analysiert deren Auswirkungen. Was etwa milieuspezifische Unterschiede in der thermischen Sanierungsrate von Gebäudeeigentümern, die Budgetrestriktion von Investoren oder die Überalterung der Bevölkerung für die Modernisierung des Gebäudebestandes bedeuten, lässt sich mittels einer entsprechenden „Sozioökonomie- und Demographie-Toolbox“ berücksichtigen. Gleiches gilt für eher planerische Aspekte, die unter dem Stichwort „Planungsheuristiken“ zusammengefasst werden können. Auf diese Weise werden bislang vernachlässigte Effekte, Hemmnisse und Kosten aufgenommen und die Realitätsnähe der Modelle gesteigert. Es stellt sich die Frage, wie sich Stadtteile



und Stadtareale in Zukunft entwickeln werden und von welchen Einflussfaktoren dies abhängen wird. Solche Elemente adäquat in Modellen zu berücksichtigen stellt eine große Herausforderung dar. Zu diesem Zweck kommen geographische Informationssysteme (GIS) zum Einsatz, mit deren Hilfe entsprechende Daten (visuell) ausgewertet und miteinander verrechnet werden können (vgl. Abb. 3).

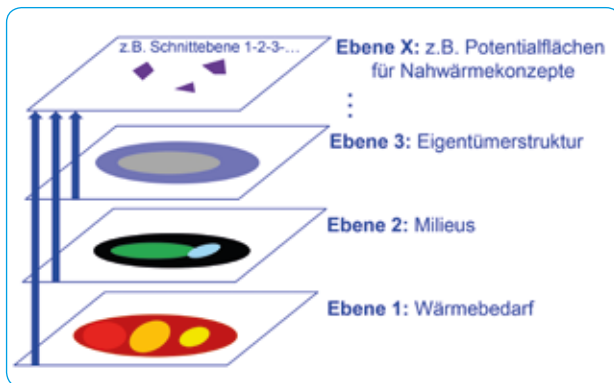


Abb. 3: Layerkonzept geographischer Informationssysteme

Ob es beispielsweise zweckmäßig ist oder sein wird, dass einzelne Gebäude ihre Energieversorgung zum Teil oder sogar vollständig autark decken oder sich mehrere Gebäude zu Energieverbünden zusammenschließen, um ihre Wärmeversorgung zu gewährleisten, wird durch eine Reihe von Faktoren bedingt. Diese stehen zum Teil sogar in einem wechselseitigen Abhängigkeitsverhältnis, wodurch sich finanzielle Risiken ergeben (für Interdependenzen auf Netzebene vgl. Uslar 2012). So nimmt etwa der Wärmebedarf von Gebäuden tendenziell durch thermische Sanierungsmaßnahmen und Neubauten mit hohen Dämmstandards ab, und in der Folge wird es weniger attraktiv in alte und neue Wärme- und Gasnetze zu investieren. Hier die wesentlichen Entwicklungen zur Kenntnis zu nehmen und in den Modellen zu berücksichtigen, kann als die nächste notwendige Komplexitätsebene für eine dezentrale, hybride Energieversorgung identifiziert werden. Durch diese Ergänzung sind im Vergleich zu bisherigen Forschungsprojekten, die hauptsächlich die Interaktion jedes Einzelgebäudes mit den kommunalen Strom-/ Gas- und Fernwärmenetzen (und nicht untereinander) erfassen, ganz neue Lösungskonzepte möglich. Insbesondere bei der Nahwärmeversorgung, die etwa über dezentrale, mittelgroße oder viele kleine Blockheizkraftwerke und Wärmepumpen sowie Solarthermianlagen in Kombination mit Kurz- und Langzeitspeichern realisiert werden kann, spielt die Siedlungs- und Bebauungsstruktur eine große Rolle. Als Projektergebnis wird erwartet, dass sich nach Berücksichtigung aller wesentlichen Faktoren allgemeine Aussagen über Optimalitätskriterien für hybride Versorgungsstrukturen treffen lassen.

Als reales Untersuchungsobjekt dient das Stadtgebiet von Konstanz, für das die Projektpartner über die notwendigen Daten verfügen, um die Modellvalidierung durchführen zu können. Damit Entscheidungsträger anhand der oben dargestellten Methoden fundierte Investitionsentscheidungen treffen können,

sollen die Modelle im Projekt so konzipiert werden, dass sich diese zu einem Planungshilfsmittel für die betriebswirtschaftlich denkenden Entscheidungsträger (Gebäudeeigentümer, Netzplaner und Stadtplaner) zusammenführen lassen. Dementsprechend werden mehrere Szenarien für Optimierungs- und Simulationsläufe entworfen und durchgerechnet, um den Einfluss einzelner Faktoren auf das Gesamtergebnis abzuschätzen – etwa durch den bewussten Ausschluss von Technologien in speziellen Szenarien, die Variation der Erfolge in Forschung und Entwicklung oder allgemein durch die systematische Variation von Parameterwerten. Zusammen mit Ergebnissen aus Modellen, die eine gemeinsame Betrachtung der Kosten von Energieerzeugung, -speicherung und -netzbau vornehmen, sollen schließlich politische Handlungsempfehlungen abgeleitet werden können.

### Synergiepotential der Projekte

Als Grundlage für die Arbeiten in PlanOhybE werden die Modelle und Szenarien verwendet, die im Projekt HYPV in Zusammenarbeit mit mehreren Stadtwerken als Praxispartnern definiert werden. Die Fortschreibung und Modifikation der Szenarien in PlanOhybE sollte wiederum Rückschlüsse auf die HYPV-Modelle zulassen, was die projektendogenen Synergien zwischen den Projekten exemplarisch verdeutlicht (vgl. Abb. 4).

Während bei HYPV die Perspektive auf techno-ökonomischen Investitionsentscheidungen für Gebäudetechnologien und Energienetzen liegt, werden bei PlanOhybE zusätzliche Faktoren betrachtet, welche die Realitätsnähe der Modelle weiter verbessern sollen. Zu diesen Faktoren, die eine Entscheidungsfindung von Investoren beeinflussen können, zählen soziodemographische und sozioökonomische Aspekte. Eine Berücksichtigung dieser Faktoren legt die Unterteilung in differenzierte Stadtareale und Stadtraumtypen für PlanOhybE nahe, wohingegen HYPV eine Stadt als in sozialer Hinsicht homogenes Gefüge ansieht (Erkenntnisse durch Differenzierung, vgl. Abb. 4).

Aus diesen Gründen wird ersichtlich, dass die enge synergetische Zusammenarbeit zwischen den beiden Forschungsprojekten das Anwendungsspektrum der zu erarbeitenden Software-Tools potenzieren könnte.

Das Projekt HYPV läuft noch bis März 2018; Projektpartner sind die RZVN Wehr GmbH und die Universität Konstanz, Praxispartner die Stadtwerke Konstanz GmbH, Sindelfingen GmbH und Düsseldorf AG. Förderer ist das BMWi. Das Projekt PlanOhybE, ein FHProfUnt gefördertes Projekt, läuft ebenfalls bis März 2018; Projektpartner ist die RZVN Wehr GmbH, Praxispartner sind die Stadtwerke Konstanz.

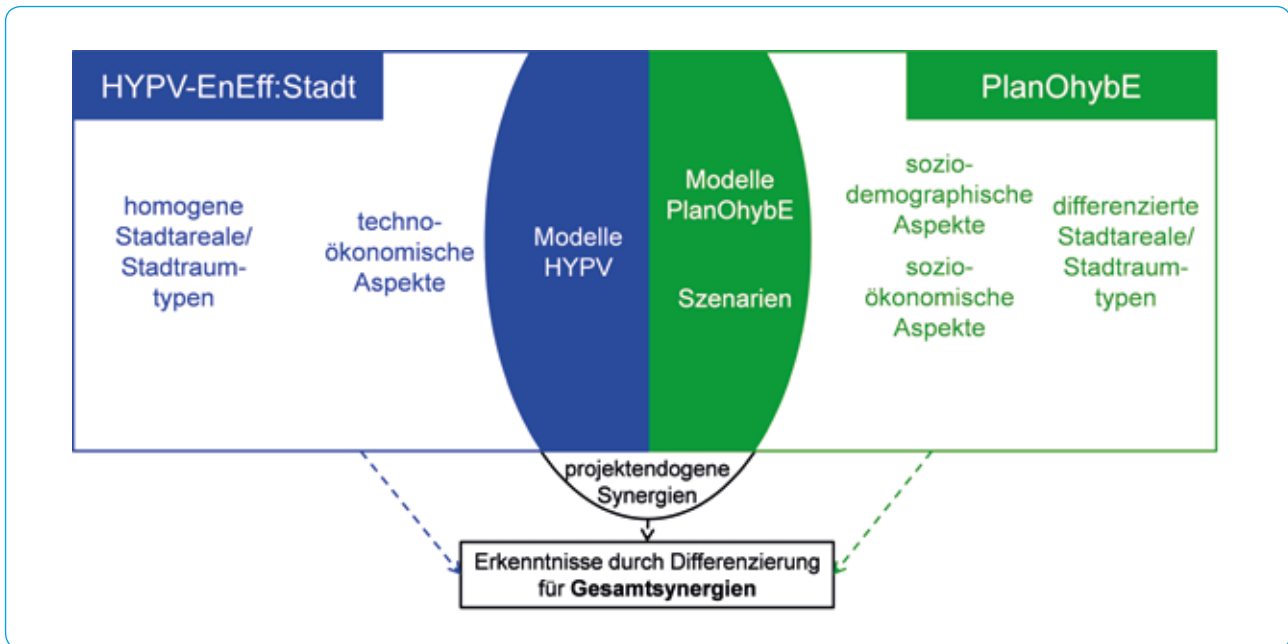


Abb. 4: Synergieeffekte der Forschungsprojekte

Weiterführende Projektinformationen finden Sie z.B. unter: <http://www.eneff-stadt.info/de/planungsinstrumente/projekt/details/hybrides-planungsverfahren-zur-energieeffizienten-waerme-und-stromversorgung-von-staedtischen-verte>.

## Literaturverzeichnis

- [1] Appelrath, H.J. et al.: Hybridnetze für die Energiewende – Forschungsfragen aus Sicht der IKT. Acatech-Materialien, München 2012.
- [2] Bundesnetzagentur: „Smart Grid“ und „Smart Market“. Eckpunktepapier der Bundesnetzagentur zu den Aspekten des sich verändernden Energieversorgungssystems, Bonn, 2011.
- [3] Göllinger, T.: Systemisches Innovations- und Nachhaltigkeitsmanagement. Marburg 2012.
- [4] Göllinger, T.: Nutzung dezentraler KWK und elektrischer Wärmepumpen im Innovationsverbund. In: McKenna, R./Fichtner, W. (Hrsg.): Energieeffizienz. Tagungsband des VDI-Expertenforums „Energieeffizienz in den Städten und der Industrie von morgen“. Karlsruhe 2011, S. 129-146.
- [5] Göllinger, T.: Systemische Zusammenhänge bei der gekoppelten Energieerzeugung und -nutzung. IöB-Arbeitspapier Nr. 51, Siegen 2010.
- [6] Heilek, C./Kühne, M./Tzscheuschler, P.: Energiewirtschaftliche Bewertung der Wärmepumpe in der Gebäudeheizung. TU München, Januar 2013.
- [7] Hensel, P.: Optimierung des Ausbaus von Nah- und Fernwärmenetzen. Dissertation. Paderborn 2013.
- [8] Hinterberger, R./Kleimaier, M.: Energieversorgung der Zukunft. Intelligente Gasnetze und Energie-Hybridnetze. In: Aqua & Gas 10/2012, Zürich 2012.
- [9] Knieps, G.: Netzökonomie. Wiesbaden 2007.
- [10] Uslar, M. et al.: Hybrid Grids: ICT-based Integration of Electric Power and Gas Grids – A Standards Perspective, 3rd IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies (ISGT) Europe Conference, 2012.



# Bei Kendrion führen viele Wege zum Erfolg

Als innovatives, international aktives Unternehmen sind motivierte und qualifizierte Mitarbeiter die Basis unseres Erfolges. Durch die enge Zusammenarbeit mit Hochschulen bieten wir vor allem jungen Menschen vielseitige und interessante Aufgaben mit Zukunftsperspektive. Sie sind engagiert, haben Teamgeist und Lust auf eine Herausforderung?

Kendrion bietet vielfältige Karrierechancen:

- Abschlussarbeiten
- Praxissemester
- Werkstudententätigkeit

## Interessiert?

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbungsunterlagen.

Kendrion (Markdorf) GmbH  
Matthias Gesell  
Riedheimer Straße 5  
88677 Markdorf  
[career.markdorf@kendrion.com](mailto:career.markdorf@kendrion.com)

**Sie finden uns auch in**  
78048 Villingen-Schwenningen  
78166 Donaueschingen  
23714 Malente  
72514 Inzikhofen-Engelswies



# Das Konstanz Institut für Prozesssteuerung – kips

---

Das Konstanzer Institut für Prozesssteuerung, kurz: kips, ein Forschungsinstitut der HTWG, wurde 2012 von Marco Mevius und Christopher Rentrop gegründet. Die beiden Professoren der Fakultät Informatik profitieren von der Komplementarität ihrer Expertisen, die es ermöglicht, ihre Themen umfassend zu beleuchten sowie integrative Modelle zu entwickeln, die ihre gemeinsame Stärke bei der Weiterentwicklung des Geschäftsprozessmanagements ausmachen. Schon seit längerem arbeiteten sie an gemeinsamen Projekten – mit dem kips wurde ein Dach für ihre gemeinsamen Forschungsaktivitäten geschaffen. Das Institut ist seitdem im Geschäftsprozessmanagement zu einer Marke geworden. Angewandte Forschung und betriebliche Umsetzung sind dabei eng miteinander verzahnt.

Prof. Mevius promovierte am Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB) an der Universität Karlsruhe (TH). Er trat 2010 an der HTWG eine Professur für Wirtschaftsinformatik an und ist seitdem für den strategischen Forschungsschwerpunkt Geschäftsprozessmodellierung und -optimierung an der Hochschule verantwortlich. Prof. Rentrop, der an der Universität Duisburg-Essen zu einem Thema des strategischen IT-Managements promoviert wurde und seit 2007 an der HTWG lehrt, kommt aus der Betriebswirtschafts- und Managementlehre. Seine Schwerpunkte liegen überwiegend im strategischen IT-Management und der IT-Governance.

Ihre einander ergänzenden Themen in der Wirtschaftsinformatik fokussieren stets die Governance-Strukturen, also das Organisieren institutionalisierter Kooperation von Menschen.

## **Geschäftsprozesse als strategisches Management-instrument**

---

An diesem Fokus setzt die besondere Kompetenz im kips an: das Geschäftsprozessmanagement, englisch: Business Process Management (BPM) wird aus einer gesamtstrategischen Sicht in den Blick genommen und umspannt Fragestellungen von der benutzergetriebenen Prozessaufnahme bis zur technologischen Implementierung der korrespondierenden IT Services. „Es geht um das managementorientierte und damit strategische Organisieren von IT“, so Mevius. Dies sei die Grundlage für ein sinnvolles, nutzerorientiertes Business-IT-Alignment, eine stetige gegenseitige Abstimmung von Geschäftsbereichen und IT-Bereich auf strategischer wie operativer Ebene. Denn die zielgerichtete

Steuerung von Geschäftsprozessen gehört zu den zentralen Führungsaufgaben eines Unternehmens oder einer Institution. Diese umfasst seit vielen Jahren auch alle IT-gestützten Prozesse und sollte, so die Überzeugung und der Ansatz im kips, dabei auf den folgenden Ebenen erfolgen:

**Governance** – Wem stehen die Entscheidungsrechte über den Prozess zu?

**Strategie** – Wie ist der Prozess langfristig zu gestalten?

**Operative Steuerung** – Welche Kennzahlen stehen im Vordergrund? Welche Abweichungen zum Ziel ergeben sich?

**Ausführung** – Wie ist die Umsetzung zu koordinieren?

**Implementierung** – Wie kann der Prozess(-schritt) durch IT unterstützt werden?<sup>1</sup>

Die Integration dieser Steuerungsebenen macht die Stärke und Effizienz eines BPM des kips aus. Wirtschaftsinformatik zeigt sich hier als konzeptuelle wie gelebte Interdisziplinarität, oder noch eher: Transdisziplinarität, weil die Analyse und Implementierung von Management- und IT-Aspekten integrativ und iterativ erfolgt und sich zudem an realen, praktischen Problemstellungen ausrichtet.

## **Interdisziplinarität – Brücke zwischen Management und IT**

Die Forschung des Instituts orientiert sich an aktuellen Problemstellungen in Unternehmen und Institutionen, mit denen Mevius und Rentrop kooperieren und für die sie Lösungen entwickeln. Sie wissen daher genau, wo sie ansetzen müssen. Hier liegt eine weitere Stärke der anwendungs- und praxisnahen Forschung des kips. So gehörten sie mit dem Thema „Schatten-IT“ zu den ersten Forschern, die die Problematiken von nicht offiziellen Programmen in Unternehmen und Institutionen erkannten. Vor fünf Jahren gab es noch einen hohen Erklärungsbedarf für dieses Projekt, mittlerweile jedoch habe es sehr an Bedeutung gewonnen und werde von Unternehmen stark nachgefragt - es sei „über den Berg“ (Rentrop).



Als ein weithin bekannt gewordenen Beispiel für mögliche Risiken der Schatten-IT sei der Fehler im Zusammenhang mit der 90 % Verschuldungsregel des berühmten Harvard-Ökonomen und ehemaligen Chefberaters des IWF, Kenneth Rogoff, zu nennen: er stellte auf der Basis von Berechnungen die These auf, dass bei 90 % Staatsverschuldung das Wachstum abnehme. Die Ergebnisse stimmten allerdings rechnerisch nicht - weil erarbeitet in einer selbstgemachten Excel-Datei, aus der die falschen

Schlüsse gezogen worden seien – zumal einige Werte am Ende der Tabelle nicht mit einbezogen worden seien<sup>2</sup>.

Das Forschungsprojekt ADAM als Nachfolgeprojekt zum Schatten-IT-Projekt schließt direkt an die Erkenntnisse aus diesem an: Um die Governance von IT-Services langfristig zu stabilisieren, muss ein agiles und dezentrales Architekturmanagement organisiert werden – aus diesen Begriffen setzt sich das Akronym ADAM zusammen. Grundlegend sei die Fähigkeit zur reaktiven, iterativen und situativen Anpassung von Geschäftsprozessen und –IT-Architekturen: Fachabteilungen und IT-Experten arbeiten dazu kontinuierlich zusammen. Die Forscher des kips regen dazu an und kommunizieren selbst mit beiden Bereichen intensiv, um die Ausgangslage erfassen, planen und organisieren zu können. Dies macht es möglich, Themen in kurzen Zyklen und damit flexibel reagierend anzugehen, einen strategischen und zugleich risikoorientierten Ansatz zu verfolgen und streng an der Realität der Unternehmen und ihrer Mitarbeiter/innen zu arbeiten.

Das kips legt damit – verglichen mit herkömmlichen BPM-Consulting-Maßnahmen auf dem Markt – einen sehr hohen Wert auf fortlaufende Kommunikation und Interaktion. Besonders betont Mevius den gebrauchssprachlichen Ansatz, der mit BPM(N)Easy realisierbar ist: BPM(N)Easy kann als eine Vorgehensweise verstanden werden, welche das Verständnis für die verschiedenen Perspektiven adressiert und eine agile „Kommunikationsbrücke“ zwischen dem IT-Experten und den Fachabteilungen repräsentiert. Während die Expertensprache eine problemorientierte Perspektive einnimmt, ist die allgemein verständliche, gebrauchssprachliche Modellsprache lösungsorientiert. Prozessorientierte Analyse und Umsetzung – das hat nichts mehr mit der früheren Vorstellung zu tun, dass eine IT-Abteilung Tools entwirft, welche nach deren Fertigstellung von den Fachabteilungen demütig übernommen und angewendet werden. Die frühere Top-down-Orientierung, die Mevius in einer Reihe von Praxisprojekten selbst erlebte, sei längst überholt. Die Vorgehensweise des BPM(N)Easy deckt sich mit der Bewertung von Schatten-IT, weil aus dem Prozess abgeleitet und aus der Nutzerperspektive analysiert, um in Erfahrung zu bringen, warum ein

Nutzer etwas so tut, wie er es tut und warum er überhaupt ein Programm oder ein Tool selbst erstellt. Nur so kann eine Analyse der bestehenden Services mit dem bestehenden Bedarf abgeglichen werden.

**Forschungsprojekt Schatten-IT:**

Schatten-IT bezeichnet geschäftsprozessunterstützende IT-Systeme und IT-Serviceprozesse, die von Fachabteilungen und IT-Anwendern eigenständig eingesetzt werden. Die Schatten-IT-Instanzen sind dabei weder technisch noch strategisch in das IT-Servicemanagement der Organisation eingebunden und somit weder im Asset und Configuration Management noch im Serviceportfolio berücksichtigt. Im Rahmen des Forschungsprojekts „Schatten-IT“ zeigte sich, dass Schatten-IT in den meisten Unternehmen vorhanden ist. Neben der reinen Beschreibung des Phänomens ist die Frage nach den Ursachen der Schatten-IT interessant. Das Phänomen Schatten-IT hat zwei Gesichter. Eines, hinter dem sich unterschiedliche Risiken und Konflikte verbergen, ein anderes das einen chancenreichen und innovativen Charakter besitzt. Ein generelles Verbot von Schatten-IT ist daher nicht zu empfehlen, da Flexibilität begrenzt wird und technologische Möglichkeiten die Umsetzung des Verbots erschweren. Stattdessen sind weitergehende Mechanismen gefordert: Schatten-IT muss gemanagt werden! Sobald Schatten-IT in das IT-Servicemanagement eingebunden ist, wird die Gestaltung einer geeigneten IT-Governance und die Umsetzung des Enterprise Architecture Managements möglich. (Quelle: kips)

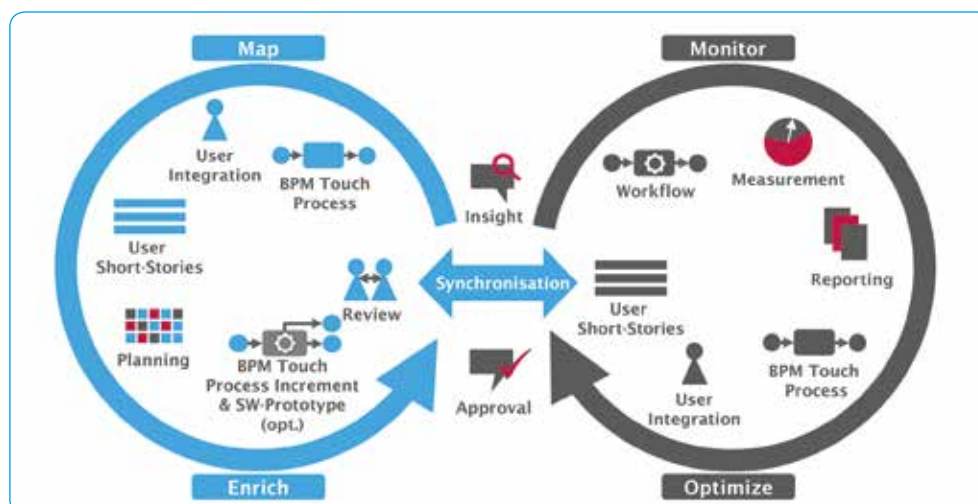


Abb. 1: Agile Vorgehensweise zum Geschäftsprozessmanagement BPM(N)Easy (Quelle: kips)

### Forschungsprojekt ADAM: „agiles und dezentrales Architekturmanagement“



Da keine zentrale IT alle nötigen IT-Leistungen vollständig selbst zu erbringen vermag, werden Fachbereiche Co-Produzenten der Services. Daher muss neben der Prozessarchitektur auch die Unternehmensarchitektur in die Fachbereiche getragen werden. Dies stellt eine Herausforderung für die Unternehmen dar, da das Prozessmanagement häufig in der Fachseite angesiedelt ist, wohingegen das Architekturmanagement von der IT betrieben wird. Eine weitere Herausforderung ist die stetige Änderung von Strategien und Prozessen, die sich auch im Architekturmanagement widerspiegeln sollte. Ohne die ständige Aktualisierung der Modelle sind sie schnell veraltet und können keinen Mehrwert mehr für das Unternehmen liefern, was zu einer negativen Haltung gegenüber dem Architekturmanagement führt. Das Forschungsprojekt versucht, die beschriebenen Herausforderungen anzugehen. Dabei soll erforscht werden, wie die Zusammenarbeit zwischen Fachbereich und der IT beim Thema Architekturmanagement verbessert und die Aktualität der Modelle sichergestellt werden kann. Außerdem sollen die Potentiale von mobilen und dezentralen Lösungen und agilen prozessorientierten Methoden analysiert werden. (Quelle: kips)

Nicht nur der erheblich höhere kommunikative Anteil unterscheidet die Arbeit des kips von vielen anderen BPM-Consulting-Angeboten; auch der Umstand, dass die manuellen Prozesse genau erfasst und in die Analyse aufgenommen werden, führt zu umfassenderen, effektiveren sowie effizienteren Lösungen.

Geschäftsprozesse seien „das zentrale Nervensystem eines Unternehmens“, sagt Mevius, und „das Management der Geschäftsprozesse der Herzschlag“. Dass BPM im Zuge von Industrie 4.0 das richtige Paradigma sei, bestätigte sich auch dadurch, dass das kips viele Anfragen erreichen, um seine Kernkompetenzen in die Unternehmen und Organisationen zu tragen. Dies ist für die beiden Forscher und ihre wissenschaftlichen Mitarbeiter ein großer Erfolg, denn bis dato hatten viele BPM-Projekte nicht den gewünschten praktischen Erfolg geliefert, wie Rentrop erläutert.

### Smarte, nachhaltige Tourismuskonzepte

Auch ein aktuelles Projekt ist, im Zuge der Digitalisierung von Prozessen in den Kommunen, das Projekt „Smart City“, das gemeinsam mit der Stadt Konstanz durchgeführt wird: Bürgerinnen und Bürger sollen interaktive Tools, zum Beispiel Apps, einfach und gebrauchssprachlich nutzen können. So können Bürgerentscheidungsprozesse und -dienstleistungen vereinfacht werden, zum Beispiel die Vergabe von Parkplätzen. Diese Tools sollen für alle Nutzer/innen gut verständlich und ansprechend gestaltet sein.

In diesem Zusammenhang kommt ein neuer Aspekt ins Spiel, der nicht mehr wegzudenken ist und der sich auch auf mobile devices erstreckt, das Konzept und der Begriff der „Beautification“: die Tools sollen nicht nur funktionieren, sondern auch die Gestaltung ansprechend sein, so dass es motivierend ist und gar Spaß macht, diese anzuwenden. Dies gilt ebenso für das boomende Feld der mobilen Services. Es gilt also, das Delta zwischen den realen und den IT-Prozessen zu erfassen und zu überbrücken. Die gebrauchssprachliche Einspeisung in Geschäftsprozesse erfolgt mittlerweile über Multimedia-Informationen – das sei, wie Mevius veranschaulicht, ein Unterschied wie zwischen

einer Urlaubspostkarte und einem sofort hochgeladenen und kommentierbaren Youtube-Video des Segelkurses. BPM(N)easy ermöglicht solche Darstellungsoptionen.

Rentrop betont, dass die nutzerorientierte Entwicklung sowie einfache und motivierende Anwendung sich stark von früheren Erfahrungen unterscheide, die Unternehmen mit BPM gemacht haben: ein hoher Wert der „Beautification“ läge darin, dass die Nutzerinnen und Nutzer sich nun mit der anwenderzentrierten Darstellung der Abläufe identifizieren können. Besonders dieser Aspekt sei in der Forschung ein Alleinstellungsmerkmal: das kips setze mit seiner Arbeit dort an, „wo der Schuh drückt“.

### „Forschen aus der Praxis und für die Praxis“

Ganz im Sinne der anwendungsorientierten Forschung definieren die Wissenschaftler am kips die Forschungsthemen aus dem unternehmerischen Tagesgeschäft heraus. Daher auch die Bezeichnung Geschäftsprozess-Engineering: Problemklassen werden am Ort, im Geschäftsprozess selbst identifiziert und werden aus der Praxis heraus für die Praxis erforscht.

Das kips ist ein Forschungsinstitut mit Projektfokus, aber auch – und diese Aufgabe nehmen die beiden Professoren sehr ernst – ein Ort der wissenschaftsorientierten und praxisnahen Hochschulausbildung. Das kips unterstützt hier auch in der Lehre – die Master-Studiengänge Business Information Technology (BIT) und Informatik (MSI) sind hier besonders zu nennen – und somit die Ausbildung künftiger Wissenschaftler/innen und Führungskräfte, betont Mevius.

Von seinen Direktoren wird das Institut als ein kreatives Milieu erlebt, in dem Studierende und Doktorand/innen ihre Themen finden und verorten können. Eine hohe Publikations-tätigkeit und Präsenz auf internationalen Konferenzen ist auch gegeben, und damit erfüllt das kips den Anspruch, gleichermaßen wissenschaftlich und anwendungsnah zu sein. Zugleich möchte es die Informatik nach außen hin repräsentieren. Die Nachwuchswissenschaftler am Institut haben alle an der HTWG studiert und arbeiten sich tief und mit großer Begeisterung in die Forschungsgebiete des kips ein.

### Die Mitarbeiter und die Mitarbeiterin des kips:

**Prof. Dr. Marco Mevius**, Direktor des kips, ist seit 2010 Professor für Wirtschaftsinformatik an der HTWG.

**Prof. Dr. Christopher Rentrop** hat seit 2007 eine Professur für Wirtschaftsinformatik mit Schwerpunkt Controlling an der HTWG.

**Peter Wiedmann** promoviert zu Agilem Geschäftsprozessmanagement, Stephan Zimmermann zu Schatten-IT.

**Melanie Huber** forscht seit 2015 im Projekt ADAM, **Florian Kurz** zu User Experience-basiertem agilen Geschäftsprozessmanagement. Ihre Stellen werden über einen Mix aus öffentlichen und privatwirtschaftlichen Mitteln gefördert.

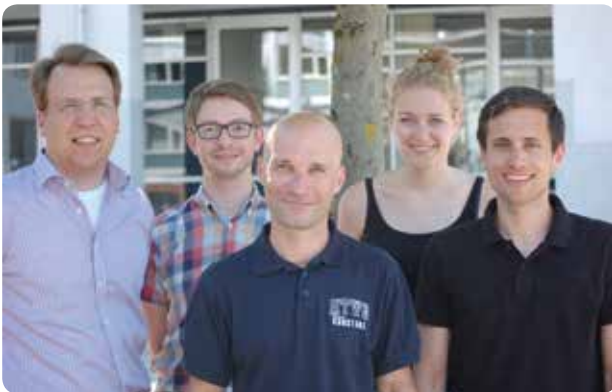


Abb 2: v.l.n.r.: Christopher Rentrop, Florian Kurz, Marco Mevius, Melanie Huber, Peter Wiedmann (nicht im Bild: Stephan Zimmermann)

*Interview: Géraldine Kortmann*

### Quellen

[1] [www.kips.htwg-konstanz.de/](http://www.kips.htwg-konstanz.de/)

[2] Steffan Heuer, „Der Fall RR.“ In: *brand eins* Wirtschaftsmagazin. November 2015, Heft 11, S. 54–57



**Benno Rothstein**

hat seit dem WS 2012/13 die Professur für Geowissenschaftliches Ressourcenmanagement an der Fakultät Bauingenieurwesen der HTWG Konstanz inne. Zuvor war der Geowissenschaftler knapp fünf Jahre Professor für Ressourcenökonomie an der Hochschule für Forstwirtschaft in Rottenburg. Dort war er u.a. Leiter des Studiengangs BioEnergie. Prof. Rothstein hat an der Universität Würzburg in der Geographie zum Thema „Elektrizitätswirtschaft als Betroffene des Klimawandels“ habilitiert. Nach seinem Studium der Umweltwissenschaften und der Promotion in den Geowissenschaften an der Universität Trier war er beim Verein Deutscher Ingenieure (VDI) in Düsseldorf sowie beim Europäischen Institut für Energieforschung (EIFER) in Karlsruhe beschäftigt.



**Henriette Kammer**

absolvierte den Bachelorstudiengang „BioEnergie“ an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg sowie den Geographiemaster „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt. Seit Oktober 2014 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Fakultät Bauingenieurwesen.

# Energiequelle Seewasser

Henriette Kammer, Benno Rothstein

Der Erfolg der Energiewende in Deutschland ist nicht nur abhängig von innovativen Technologien zur Erzeugung und Speicherung von Elektrizität einerseits sowie zur Wärme- und Kältebereitstellung andererseits. Ebenfalls gilt es, vorhandene weitere Potenziale zu identifizieren und anschließend effizient zu nutzen.

Ein großes Potenzial weist die Seewassernutzung zu Kühl- und Heizzwecken auf. Bereits verfügbare seewasserbetriebene Wärmepumpen in der Schweiz beweisen die Funktionalität dieser Technologie. In Deutschland wird diese Technik jedoch bislang kaum genutzt.

Mit Hilfe eines interdisziplinären geowissenschaftlichen Ansatzes sollen das bestehende Potenzial in Deutschland quantifiziert und dessen Nutzungshemmnisse identifiziert werden, um in einem weiteren Schritt Handlungsoptionen für einen verstärkten Einsatz dieser Technologie zu erarbeiten.

Im Jahr 2010 präsentierte die Bundesregierung ihr neu ausgearbeitetes Energiekonzept und legte damit verbindliche Ziele für die Energiewende fest. Bis zum Jahr 2020 ist vorgesehen, die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Basisjahr 1990 um 40 % zu senken, 20 % der Primärenergie sollen eingespart und 18 % des Bruttoenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energiequellen bereitgestellt werden<sup>1</sup>.

Die heute viel zitierte 'Energiewende' umfasst die Sektoren Strom, Wärme und Verkehr. Allerdings fokussieren sich Medienberichterstattungen und politische Diskussionen oftmals ausschließlich auf den Stromsektor. Die Realität zeigt jedoch, dass in Deutschland über die Hälfte der Endenergie im Wärmesektor benötigt wird. In Fachkreisen wird deshalb immer häufiger die Notwendigkeit einer 'Wärmewende' hervorgehoben.

Nun wurde von Wissenschaftlern der Fraunhofer-Institute IWES und IBP in Kassel, der Stiftung Umweltenergierecht in Würzburg, sowie des Instituts für Energie- und Umweltforschung ifeu in Heidelberg in der „Roadmap Wärmewende“ untersucht, welche Wärmetechnologie die volkswirtschaftlich effizienteste ist, um die größte Treibhausgaseinsparung zu erzielen<sup>2</sup>. Im Ergebnis nimmt die Power-to-Heat-Technologie eine herausragende Stellung ein, bei der Stromspitzen sinnvoll zur Wärmeerzeugung genutzt werden sollen. Dies bedeutet, dass in Zeiten hoher Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien Wärme erzeugt werden sollte. Hierdurch nimmt die Wärmepumpe eine wichtige Rolle ein, so dass sie inzwischen sogar als Schlüsseltechnologie zur Realisierung der Energiewende angesehen wird.

Das Prinzip der Wärmepumpe wurde erstmals 1824 von Nicolas Carnot veröffentlicht. Im Jahre 1936 ging die erste Wärmepumpe in Zürich in Betrieb, die das Flusswasser der Limmat als Wärmequelle nutzte. Erst ab den 1960er Jahren wur-



de die Wärmepumpe schließlich auch in Deutschland genutzt. Seitdem wurde die Technologie ständig weiter entwickelt, so dass die Wärmepumpe heute als umweltfreundliches Energiesystem standardmäßig eingesetzt wird.

Ihr Funktionsprinzip ist mit dem eines Kühlschranks vergleichbar. Der Hauptunterschied besteht darin, dass dem Kühlschränkinneren Wärme entzogen und an die Umwelt abgegeben wird, während die Wärmepumpe der Umwelt Wärme entzieht und diese an ein Heizungssystem weitergibt (oder zwischengespeichert werden kann). Ob eine Wärmepumpe kühlt oder heizt, ist dabei alleine von der Kreislaufrichtung abhängig. Sogenannte Kombianlagen können sowohl zu Heizzwecken im Winter als auch zur Kühlung im Sommer genutzt werden.

Die Wärmepumpe besteht aus einem kühlmittelgefüllten Kreislaufsystem. Im ersten Schritt wird die Umweltwärme am sogenannten Verdampfer an das Kühlmittel übertragen, das die Eigenschaft hat bei niedrigen Temperaturen zu siedeln. Das gasförmig gewordene Kältemittel wird im zweiten Schritt durch einen Kompressor verdichtet. Durch diese Druckerhöhung wird gleichzeitig ein Temperaturanstieg erreicht. Das heiße Kältemittel gelangt daraufhin zum Verflüssiger, wo die Wärme auf ein Heizungssystem übertragen wird. Durch ein Expansionsventil wird der immer noch hohe Druck des wieder flüssigen Kältemittels entspannt. Das Kältemittel kann nun erneut die Umweltwärme aufnehmen. Je geringer die Temperaturdifferenz zwischen Quelltemperatur und Wärmesenke ist, umso effizienter arbeitet die Wärmepumpe. Als Faustzahl gilt: Mit 1 kWh elektrischer Energie können 3 kWh Umweltwärme nutzbar gemacht werden. Insgesamt stehen dann dem Heizungssystem 4 kWh Wärme zur Verfügung<sup>3</sup>.

In Deutschland werden bislang hauptsächlich die Wärmequellen Luft, Erdreich oder Grundwasser genutzt. Luftwärmepumpen weisen den Vorteil auf, dass sie in der Anschaffung günstig sind und ohne großen Aufwand installiert werden können. Allerdings ist die Außentemperatur im Winter, wenn also die Wärme am meisten benötigt wird, ebenfalls recht gering. Dies zeigt sich an der Jahresarbeitszahl, die die Effizienz der Anlage beschreibt. Grundwasserwärmepumpen können dagegen die größten Jahresarbeitszahlen erreichen, da ein konstantes und hohes Temperaturniveau im Jahresverlauf zur Verfügung steht und die Wärmekapazität von Wasser ausgesprochen hoch ist. Jedoch ist die Grundwassererschließung aufwändig und teuer. Zudem wird eine wasserrechtliche Erlaubnis benötigt, mit entsprechend hohem bürokratischem Aufwand. Für die Erschließung von Erdwärme bestehen zwei technische Möglichkeiten. Entweder kann oberflächennah, nämlich durch das Auslegen von Kollektoren, die Wärme aufgenommen werden oder aber durch Erdwärmesonden, die mittels Bohrungen in das Erdreich eingebracht werden. Auch hier sind äußerst aufwändige Baumaßnahmen und Genehmigungen von Behörden notwendig.

Ein bislang in Deutschland nicht erschlossenes Potenzial liegt in der Wärmequelle Seewasser. Der Vorteil der Seewassernutzung besteht darin, dass das Wasser im Jahresverlauf eine relativ konstante Temperatur aufweist. Die Temperatur sinkt

aufgrund der Dichteanomalie des Wassers nicht unter 4 °C. Großen Seen können zudem erhebliche Energiemengen entzogen werden, so dass die Möglichkeit bestünde ganze Energieverbünde zu versorgen.

Dass diese Technologie funktionsfähig und einsatzbereit ist, wird an zahlreichen Beispielen aus der Schweiz deutlich (siehe Infokasten).



#### Seewasserwärme in St. Moritz:

Die Wärmepumpe am St. Moritzsee wurde im Jahr 2006 in Betrieb genommen und deckt den Wärmebedarf des Badrutt's Palace Hotels zu 80 % sowie den des Schulhauses Grevas zu 70 %. Die Besonderheit der Anlage besteht darin, dass sogar am St. Moritzsee, der auf 1.750 m ü. M. liegt und sich infolgedessen im Winter immer unter einer Eisdecke befindet, die Wassertemperatur 4 °C beträgt, was ausreicht um die Wärmepumpe zu betreiben. Das Seewasser wird in 50 m Uferentfernung in einer Tiefe von 10 m entnommen, über den Verdampfer geleitet und anschließend in 300 m Uferentfernung in einer Tiefe von 35 m zurückgegeben. Dabei wird das Wasser lediglich etwas kühler, bleibt jedoch ansonsten unverändert. Mit insgesamt rund 4.700 MWh im Jahr werden durch die Seewasserwärmepumpe in St. Moritz 470.000 Liter Heizöl und damit rund 1.200 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart<sup>4</sup>.



#### Wärmeverbünde Zürichsee:

Die Energieverbünde „Escherwiese“, „Fraumünster“ und „Falkenstraße“ am Zürichsee versorgen rund 22 Kunden. Zu ihnen zählen unter anderem das Kongresshaus, das Park Hyatt Hotel, das Hochhaus zur Palme, das Fraumünster und die Neue Zürcher Zeitung. Die Wärmepumpen des Baujahrs 2004, 2007 und 2008 verfügen insgesamt über 3,8 MW Heizleistung. Zusätzlich erfolgt durch „Freecooling“ eine Stromeinsparung. Dies bedeutet, dass das kalte Wasser direkt an die Kältenutzer abgegeben wird und nicht über die Wärmepumpe laufen muss. Insgesamt können durch die Energieverbünde 442.900 Liter Heizöl jährlich eingespart werden, was einer Reduktion von 1.115 Tonnen CO<sub>2</sub> entspricht<sup>5</sup>.

Aber auch in Deutschland stehen große Seen prinzipiell zur thermischen Nutzung zur Verfügung, wie etwa der Bodensee, der Chiemsee und die Müritz. Gerade an diesen Seen ist auch die

Tourismusinfrastruktur stark ausgeprägt, die wiederum einen hohen Wärme- und Kältebedarf aufweist. Hotels, Restaurants, Schwimmbäder oder Einkaufszentren liegen meist in unmittelbarer Ufernähe. Trotz des großen Potenzials wird die Wärmequelle bislang kaum genutzt.

Ob und in welcher Weise die thermische Seewassernutzung Auswirkungen auf den Wärmehaushalt hat, wurde im Jahr 2014 von Wissenschaftlern der eawag, einem Schweizer Institut für Wasser- und Gewässerforschung, am Beispiel des Bodensees dargestellt<sup>6</sup>. In einem Modell wurden realistische Bedarfs-szenarien angenommen, die sich zum einen auf die Wasserentnahme- und Rückgabentiefe beziehen, und zum anderen auf die jahreszeitliche Nutzung der Kühlungs- bzw. Wärmeentzugsmengen. Die Simulation zeigt, dass sich alle Temperaturen im See um nicht mehr als  $\pm 0,2$  °C ändern, wenn Wasser an der Oberfläche entnommen wird (bei einer Wärmeentzugsleistung von  $\pm 1$  GW). Bei einer zusätzlichen Nutzung des Seewassers im Sommer zu Kühlzwecken wird lediglich eine Temperaturschwankung von  $\pm 0,1$  °C verursacht, da sich hierdurch die Auswirkungen der winterlichen Wärmeentnahme kompensieren lassen.

Gemessen an den natürlichen Wärmeflüssen im See spielt das angenommene 1 GW lediglich eine untergeordnete Rolle. Der See verliert jährlich durch die langwellige Abstrahlung 170 GW und 20 GW alleine durch die Verdunstung. Da die natürlichen jährlichen Temperaturschwankungen des Seewassers somit deutlich stärkere Amplituden aufweisen, sind keine bedeutsamen Auswirkungen auf das Ökosystem zu erwarten.

Zusätzlich wurde ein Szenario mit einer vom IPCC prognostizierten (Szenario A1B) möglichen Wärmebelastung durch den Klimawandel modelliert und die notwendige Wärmeentzugsleistung für eine Kompensation durch Wärmepumpen beziffert. Das Ergebnis: Rund 14 GW Wärmeentzugsleistung müssten bis zum Jahr 2049 installiert werden, um die Klimaerwärmung auszugleichen. Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ist unter den gewählten Randbedingungen eine Wärmebelastung sogar bis auf 40 GW möglich.

Im Rahmen einer Promotion an der HTWG Konstanz (Betreuer: Prof. Dr. rer. nat. habil. Benno Rothstein) in Kooperation mit der Universität Würzburg wurde auf Europas größter Geothermiemesse GeoTHERM in Offenburg eine Umfrage zur thermischen Seewassernutzung in Deutschland durchgeführt. Insgesamt wurden 23 Experten aus den Bereichen „Behörde“, „Planer“, „Verband“ und „Hersteller“ befragt. Durch diese Auswahl sollte sichergestellt werden, dass das Spektrum der z.T. gegenläufigen Ansichten möglichst umfassend erfasst wird. Bei der Frage „Haben Sie bereits praktische Erfahrungen im Bereich der thermischen Seewassernutzung gemacht“ antworteten lediglich 9 % (n=2) positiv. Die beiden Personen betonten dabei jedoch ausdrücklich, dass sich ihre jeweilige Sachkenntnis ausschließlich aus Aktivitäten in den Niederlanden oder in der Schweiz speist. Im Umkehrschluss weisen also 91 % der Befragten noch keinerlei Erfahrungen bezüglich dieser Thematik auf. Allerdings sind lediglich 70 % der Meinung, dass die Seewassernutzung innerhalb der Branche keine Berücksichtigung findet. Bei ei-

ner Enthaltung haben also immerhin 26 % das Thema bereits wahrgenommen. Um potentielle Gründe für die Zurückhaltung gegenüber dieser Technologie zu erfahren, wurde zusätzlich nach möglichen Widerständen gefragt. Die Frage wurde offen formuliert, sodass keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben wurden und die Befragten eigene Einschätzungen frei äußern konnten. Eine Mehrfachnennung war dabei möglich. Als denkbare Hemmnisse wurden die Genehmigungsbehörden genannt (30 %), des Weiteren Umweltbelange (26 %), sowie Nutzungskonkurrenzen (18 %) und technische Probleme (11 %). Als Einzelnennung gingen „Verfügbarkeit von Ufergrundstücken“, „Mangelnder Bekanntheitsgrad“, „Bürgerinteressen“ und „Zurückhaltung gegenüber jungen Technologien“ mit in die Auswertung ein.

In einem nächsten Schritt wird nun im Zuge der Promotion das Potenzial der thermischen Seewassernutzung in Deutschland mit Hilfe einer GIS-Analyse ermittelt. Dabei wird die räumliche Deckung von Uferflächen einerseits und Wärme- und Kältenutzern andererseits aufgezeigt.

Da im Bereich der thermischen Seewassernutzung generell nur vergleichsweise wenige Erfahrungswerte bestehen, werden zusätzlich mit ausgewählten Experten qualitative Interviews geführt. Hierbei gilt es ebenfalls die unterschiedlichen Bereiche möglichst umfassend einzubeziehen, um ein entsprechend breites Meinungsspektrum abzudecken. Daher werden die Interviews nach Möglichkeit offen geführt, damit die Experten frei ihre Einschätzung zu potentiellen Hemmnissen benennen und über bisherige Erfahrungen berichten können. Durch eine abschließende Metastudie über Wärmepumpen als Lastmanagementinstrument können weitere Nutzungsvorteile seitens der Energiewirtschaft quantifiziert werden. Auf der Basis der quantitativen und qualitativen Ergebnisse der Promotion sollen letztlich Handlungsempfehlungen für die Politik, Genehmigungsbehörden und Betreiber abgeleitet werden.

## Quellen

[1] Bundesregierung (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. in: [http://www.bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/\\_Anlagen/2012/02/energiekonzept-final.pdf;jsessionid=8A81BDCE367D7141D0CEAD6AEAC28981.s3t2?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](http://www.bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/_Anlagen/2012/02/energiekonzept-final.pdf;jsessionid=8A81BDCE367D7141D0CEAD6AEAC28981.s3t2?__blob=publicationFile&v=5) (15.06.2015).

[2] Rohrig, K. (2015): Interaktion EE - Strom, Wärme und Verkehr. Stakeholder-Workshop: Teil 1. Wärmemarkt in Berlin am 04. Mai 2015. in: [http://www.energiesystemtechnik.iwes.fraunhofer.de/content/dam/iwes-neu/energiesystemtechnik/de/Dokumente/workshops/2015\\_05\\_01%20-%20Abschlussworkshop\\_Waerme\\_1-Einf%C3%BChrung.pdf](http://www.energiesystemtechnik.iwes.fraunhofer.de/content/dam/iwes-neu/energiesystemtechnik/de/Dokumente/workshops/2015_05_01%20-%20Abschlussworkshop_Waerme_1-Einf%C3%BChrung.pdf) (15.06.2015)

[3] Miara, M.; Bongs, C.; Günther, D.; Helmling, S.; Kramer, T.; Oltersorf, T.; Wapler, J. (2013): Wärmepumpen. Heizen – Kühlen – Umweltenergie nutzen. Hrsg.: FIZ Karlsruhe, BINE Informationsdienst Bonn. Fraunhofer IRB. Stuttgart.

[4] ewz (2008): Wärme aus dem St. Moritzersee. in: [http://www.stmoritz.ch/fileadmin/user\\_upload\\_cleanenergy/user\\_upload/pdf/Badrutts\\_Planer\\_Installateur\\_1\\_08.pdf](http://www.stmoritz.ch/fileadmin/user_upload_cleanenergy/user_upload/pdf/Badrutts_Planer_Installateur_1_08.pdf) (15.06.2015)

[5] ewz (2014): Energieverbunde im Züricher Seebecken – Klimaschonend heizen und kühlen. Energiedienstleistungen. Zürich.

[6] Fink, G., M. Schmid, and A. Wüest (2014), Large lakes as sources and sinks of anthropogenic heat: Capacities and limits, *Water Resour. Res.*, 50, 7285–7301, doi:10.1002/2014WR015509.



**Jens Küblbeck**

studierte im Master-Studiengang Informatik der HTWG Konstanz.



**Prof. Dr. Jürgen Wäsch**

ist Professor an der Fakultät Informatik der HTWG Konstanz und vertritt dort die Bereiche Datenbank- und Informationssysteme sowie E-Business Technologien in Forschung und Lehre.



**Dr. Thomas Fox**

ist bei der Seitenbau GmbH als Softwareentwickler, technischer Projektleiter und Softwarearchitekt tätig.



**Rainer Weinhold**

ist bei der Seitenbau GmbH unter anderem verantwortlich für die Software-Qualitätssicherung.

# Constraint-basierte Wertegenerierung für Testdaten

Jens Küblbeck, Jürgen Wäsch, Thomas Fox, Rainer Weinhold

## 1. Einleitung

Softwaretests sind ein wichtiger Baustein für die Qualitätssicherung in Softwareprojekten. Für Tests von datenbankbasierten Anwendungen müssen u.a. Testdaten für die Datenbank spezifiziert werden, auf deren Basis das Verhalten der zu testenden Software geprüft werden kann. Die Spezifikation dieser Testdaten ist im Allgemeinen leider sehr umfangreich und komplex und somit aufwändig und fehleranfällig. Die Komplexität ergibt sich v.a. aus den Beziehungen zwischen Entitäten in der Datenbank, aber auch zwischen Attributwerten einzelner Entitäten. Diese Beziehungen unterliegen einer Menge komplexer fachlicher Regeln und Bedingungen, die sich aus dem Domänen-Modell und der Geschäftslogik der Anwendung ergeben. Weiterhin sollen die Testdaten so „natürlich“ wie möglich sein, d.h. soweit möglich realen Benutzereingaben entsprechen. Da das manuelle Erstellen dieser Testdaten aufwendig und ein immer wiederkehrendes Problem im Softwareentwicklungszyklus ist, reduziert eine automatisierte Generierung der Testdaten den Aufwand für die Qualitätsprüfung von Software enorm.

In einer Kooperation der HTWG Konstanz und der SEITENBAU GmbH wurde ein Ansatz zur Vereinfachung der Spezifikation von Testdaten für datenbankbasierte Anwendungen entwickelt [BFH+14a, BFH+14b]. Dies beinhaltet eine domänenspezifische Sprache (DSL) zur einfachen und übersichtlichen Beschreibung von Testdatensätzen und deren Beziehungen untereinander sowie einen Generator zur automatischen Erzeugung von Testdaten. Die DSL sowie der Testdatengenerator wurden in die Java-Bibliothek STU (Simple Testing Utils) integriert. STU ist eine Open Source Software (Apache License 2.0) und dient zur Vereinfachung von Unit-Tests für Java-Anwendungen [W3-STU].

Im Rahmen einer weiterführenden Masterarbeit [K15] wurde nun untersucht, wie auf Basis von deklarativen Constraints die generierten Testdatensätze mit validen und „natürlichen“ Datenwerten gefüllt werden können. Die generierten Testdatenwerte sollen dabei weitgehend manuell von Fachleuten erstellten Testdaten entsprechen. Im Folgenden werden die Grundlagen und die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit vorgestellt.



## 2. Grundlagen

Zunächst werden die wichtigsten Grundlagen zur Testdatengenerierung kurz eingeführt.

### 2.1 Konformitätsebenen

Entsprechend [H10] kann man bei der Erzeugung von Testdaten für datenbankbasierte Anwendungen zwischen vier *Konformitätsebenen* unterscheiden:

1. *Datentyp-konform*: Die Testdaten sind kompatibel mit den in der Datenbank festgelegten Datentypen bzw. Domänen für die Attribute der Testdatensätze.
2. *Datenbankschema-konform*: Die Testdaten erfüllen alle im Datenbankschema festgelegten Integritätsbedingungen (*DB-Constraints*), z.B. Primary-Key-, Unique-, Foreign-Key- und Check-Constraints.
3. *Anwendungs-konform*: Die Testdaten weisen die gleiche Charakteristik auf wie Daten, die durch Benutzer z.B. über eine graphische Benutzungsoberfläche (GUI) der Anwendung erzeugt werden können.
4. *Testpfad-konform*: Die Testdaten sind speziell für einen bestimmten Testfall erzeugt und sind konform zu dem entsprechenden Ausführungspfad in der Anwendung.

### 2.2 Datengenerierungsproblem auf Basis von Kardinalitäts-Constraints

Um synthetische Testdaten für datenbankbasierte Anwendungen zu generieren, bietet es sich an, die Testdatenerzeugung auf Basis deklarativ formulierter *Constraints* durchzuführen [AKL11]. Mit solchen Constraints ist es prinzipiell möglich, sowohl Datentyp- und Datenbankschema-spezifische Charakteristika als auch die durch die Anwendungslogik oder Testfälle vorgegebenen Charakteristika bei der Generierung der Testdaten zu berücksichtigen.

In [AKL11] wurde ein allgemeiner Ansatz zur Testdatengenerierung für datenbankbasierte Anwendungen auf Basis sogenannter *Kardinalitäts-Constraints* präsentiert. Ein Kardinalitäts-Constraint hat die Form  $|\Pi_A(\sigma_P(R_1 \times \dots \times R_n))| = k$ , wobei  $R_1, \dots, R_n$  Relationen,  $\times$  das kartesische Produkt,  $\Pi$  die relationale Projektion,  $A$  eine Menge von Attributen,  $\sigma$  die relationale Selektion,  $P$  ein Selektionsprädikat und  $k$  eine nicht-negative Ganzzahl ist. Eine Test-Datenbankinstanz  $D$  erfüllt einen Kardinalitäts-Constraint, wenn die Evaluation des relationalen Ausdrucks genau  $k$  Tupel im Ergebnis hat. Im Allgemeinen können Kardinalitäts-Constraints anstatt  $=$  auch die Vergleichsoperatoren  $\neq, <, \leq, \geq$  oder  $>$  enthalten; die Erfüllung eines solchen Kardinalitäts-Constraints wird analog zu  $=$  definiert.

Mit Kardinalitäts-Constraints kann man prinzipiell alle Datenbankschema-Constraints darstellen, wie z.B. Primary-Key-, Unique-, Foreign-Key- und Check-Constraints (Details siehe [AKL11]), aber auch weitere Anwendungs- und Testpfad-bezogene Bedingungen wie Werteverteilungen oder Inklusionsabhängigkeiten.

Das *Datengenerierungsproblem* besteht nun darin, für eine gegebene Menge  $C$  von Kardinalitäts-Constraints eine Test-Datenbankinstanz  $D$  zu erzeugen, die alle Kardinalitäts-Constraints  $C_i \in C$  erfüllt. In [AKL11] wurde gezeigt, dass leider schon die Entscheidung, ob solch eine gültige Test-Datenbankinstanz  $D$  existiert oder nicht, *NEXP-vollständig* [W3-NEXP] ist. Dies bedeutet umgangssprachlich, dass das oben beschriebene allgemeine Datengenerierungsproblem ein extrem schwieriges Problem der Informatik darstellt und im Allgemeinen nicht mit akzeptablen Ressourcen in akzeptabler Laufzeit zu lösen ist.

In [AKL11] werden zwar effizientere (z.T. probabilistische) Algorithmen zur Lösung des Datengenerierungsproblems für bestimmte, eingeschränkte Unterklassen von Kardinalitäts-Constraints diskutiert, doch ist deren Implementierung extrem komplex und aufwendig. Weiterhin können diese Algorithmen im Allgemeinen nur mit numerischen Datentypen umgehen. Außerdem ist die Spezifikation von Kardinalitäts-Constraints sehr aufwendig und zu schwierig für „normale“ Tester.

Aus diesem Grund wurde in der Arbeit ein einfacherer, pragmatischer Ansatz gewählt, der im Folgenden beschrieben wird.

## 3. Arten von Constraints

Im Rahmen der Anforderungsanalyse wurden die verschiedenen Arten von Constraints untersucht. Im Bereich der (relationalen) Datenbanken und darauf aufsetzender Anwendungen können wir prinzipiell die folgenden Arten von Constraints unterscheiden. Die Klassifizierung der Constraints erfolgt dabei anhand zweier Dimensionen<sup>4</sup>:

- *Horizontale Dimension*:
  - *Nicht-spaltenübergreifende* Constraints: beziehen sich genau auf eine Spalte einer Tabelle.
  - *Spaltenübergreifende* (aber nicht-tabellenübergreifende) Constraints: beziehen sich auf zwei oder mehr Spalten einer Tabelle.
  - *Tabellenübergreifende* Constraints: beziehen sich auf zwei oder mehr Spalten unterschiedlicher Tabellen.
- *Vertikale Dimension*:
  - *Nicht-zeilenübergreifende* Constraints: beziehen sich nur auf einen Datensatz (Zeile) einer Tabelle bzw. auf eine durch Joins mehrerer Tabellen erzeugten Zeile.
  - *Zeilenübergreifende* Constraints: beziehen sich auf mehrere Zeilen einer oder mehrerer Tabellen.

Hieraus ergeben sich sechs Kombinationen für Constraints. Für die jeweiligen Kombinationen werden im Folgenden Beispiele aus dem Bereich der relationalen Datenbanksysteme angegeben.

1. Nicht-spaltenübergreifende / nicht-zeilenübergreifende Constraints:
  - Datentyp oder Domäne für betreffende Spalte: z.B. VARCHAR(255).
  - Check-Constraints, die sich nur auf die betreffende Spalte beziehen und keine (SQL-)Unterabfrage beinhalten: mit solchen Check-Constraints können die erlaubten Werte einer Spalte weiter eingegrenzt werden, beispielsweise über Wertebereichsintervalle, Enumeration erlaubter bzw. nicht erlaubter Werte, reguläre Ausdrücke oder aussagenlogische Ausdrücke, z.B. CHECK((value MOD 4 = 0) AND (value >= 1930)).
  - Not-Null-Constraints: Ausschluss von Null-Werten für eine Spalte; Kurzform für CHECK(value IS NOT NULL).
2. Nicht-spaltenübergreifende / zeilenübergreifende Constraints:
  - Einstellige (d.h. nur über eine Spalte definierte) Primary-Key- bzw. Unique-Constraints in einer Tabelle, z.B. UNIQUE(iban).
  - Check-Constraints bzw. Zusicherungen (im SQL-Standard *Assertion* genannt), die Unterabfrage beinhalten, die sich nur auf eine Spalte in der Tabelle bezieht: in den meisten Datenbanksystemen *nicht verfügbar*.
3. Spaltenübergreifende (nicht-tabellenübergreifende) / nicht-zeilenübergreifende Constraints:
  - Check-Constraints, die sich auf mehr als eine Spalte einer Tabelle beziehen und keine Unterabfrage beinhaltet, z.B. CHECK(Ankunftstag < Abreisetag).
4. Spaltenübergreifende (nicht-tabellenübergreifende) / zeilenübergreifende Constraints:
  - Mehrstellige (d.h. über mehr als eine Spalte definierte) Primary-Key- bzw. Unique-Constraint in einer Tabelle, z.B. UNIQUE(BLZ, Kontonummer).
  - Check-Constraints bzw. Zusicherungen, die eine Unterabfrage beinhalten, die sich auf mehrere Spalten in einer Tabelle bezieht: in den meisten Datenbanksystemen *nicht verfügbar*.
5. Tabellenübergreifende / nicht-zeilenübergreifende Constraints:
  - Check-Constraints, die sich auf mehrere Spalten von i.d.R. über Foreign-Keys Join-verknüpfte Zeilen zwei oder mehrerer Tabellen beziehen: in den meisten Datenbanksystemen *nicht verfügbar*.
6. Tabellen-übergreifende / zeilenübergreifende Constraints:
  - Foreign-Key-Constraints: diese stellen die referentielle Integrität in einer relationalen Datenbank sicher und sind eine spezielle Form von Inklusionsabhängigkeiten; beispielsweise fordert der

FOREIGN KEY Autor(AdressID) REFERENCES Adresse(ID), dass die Menge der Werte in der Spalte AdressID der Tabelle Autor eine (echte oder unechte) Teilmenge der Werte in der Spalte ID der Tabelle Adresse sein muss.

- Check-Constraints bzw. Zusicherungen, die eine allgemeine Unterabfrage beinhalten, d.h. die sich auf mehrere Tabellen bezieht: in den meisten Datenbanksystemen *nicht verfügbar*.

Die in Abschnitt 2.2 beschriebenen Kardinalitäts-Constraints sind in ihrer allgemeinen Form der letztgenannten Kategorie zuzuordnen.

Bei spaltenübergreifenden Check-Constraints kann man prinzipiell unterscheiden zwischen:

- *Domänen-Constraints*: diese dienen zur Sicherstellung der semantischen Datenintegrität im Sinne der domänen- bzw. anwendungsspezifischen Charakteristika und nutzen meist externe Tabellen von zulässigen Wertekombinationen, z.B. Postleitzahlen und zugehörige Städte und zugehörige Länder oder Namen von Personen und zugeordnetes Geschlecht.
- *Funktions-Constraints*: diese bilden einen funktionalen Zusammenhang zwischen (redundanten) Werten ab, z.B.  $\text{Bruttopreis} = \text{Nettopreis} * (1 + \text{Steuersatz})$  oder  $\text{Gesamtkosten} = (\text{Abreisetag} - \text{Ankunftstag}) * \text{PreisProTag}$ .
- *Prädikats-Constraints*: diese bilden keinen funktionalen Zusammenhang zwischen Werten ab, z.B.  $\text{Ankunftstag} < \text{Abreisetag} \text{ AND } \text{Buchungstag} \leq \text{Ankunftstag}$ .

## 4. Ansatz zur Testdatengenerierung

In diesem Abschnitt werden die Anforderungen und die grundlegende Vorgehensweise des gewählten Ansatzes zur Testdatengenerierung beschrieben.

### 4.1. Anforderungen

Alle im Datenbankschema definierten Datentypen und DB-Constraints sollen bei der Testdatengenerierung berücksichtigt werden können. Des Weiteren soll es möglich sein, anwendungs-spezifische Constraints bei der Testdatengenerierung zu berücksichtigen. Das bedeutet, dass die Testdatengenerierung anwendungs-konform sein soll. Bei der Umsetzung sollte der Fokus auf Constraints der in Abschnitt 3 beschriebenen Kategorien 1-5 liegen.

### 4.2. Vorgehensweise

Das Vorgehen bei der Testdatengenerierung ist modellgetrieben [BFH+14a, BFH+14b]:

1. Ausgangspunkt ist eine formale Beschreibung des Datenbankschemas [M13]. Diese kann mittels eines Tools manuell erstellt oder aus der Datenbank extrahiert werden [BFH+14a, BFH+14b].
2. Diese formale Beschreibung lässt sich editieren und zum Beispiel um anwendungs-spezifische Constraints ergänzen.
3. Aus der formalen Beschreibung können dann mit dem erweiterten Testdatengenerator schema-konforme Testdatensätze generiert werden, deren Werte zusätzlich die anwendungs-spezifischen Constraints erfüllen, d.h. anwendungs-konform sind.
4. Die generierten Testdaten werden mit der schema-abhängigen Testdaten-DSL dargestellt. Dies ermöglicht eine übersichtliche und verständliche Ansicht der generierten Testdaten. In der erzeugten Datei können dann, falls gewünscht, die einzelnen Datensätze und Werte noch manuell angepasst werden.
5. Mit Hilfe des STU-Frameworks können nun die generierten Testdaten in die Datenbank eingespielt und die Tests der Anwendung durchgeführt werden.

Bei der Testdatengenerierung (Schritt 3 oben) wird konzeptuell ein zwei-phasier Ansatz verfolgt:

1. *Datensatzgenerierung*: Vom Generator werden mit dem in [M13, BFH+14a] beschriebenen Algorithmus Testdatensätze generiert, die prinzipiell bis auf Identifikatoren (IDs) zur eindeutigen Referenzierung (Primary-Keys, Foreign-Keys) noch keine Werte enthalten.

Der implementierte Algorithmus basiert auf [HTW06] und verwendet das Konzept von Äquivalenzklassen und Grenzwertanalyse. Dabei werden verschiedene Arten von Beziehungstypen und Multiplizitäten (1:1, 1:N, N:1, N:M) mit Unter- und Obergrenzen berücksichtigt.

2. *Constraint-basierte Wertegenerierung*: Auf dem Ergebnis der Datensatzgenerierung aufbauend wird versucht, auf Basis der in der formalen Beschreibung beinhalteten Constraints, passende Werte für die Testdatensätze zu berechnen.

## 5. Wertegenerierung

Im Folgenden wird die Constraint-basierte Wertegenerierung, die den Schwerpunkt der in [K15] beschriebenen Arbeit darstellt, weiter erläutert.

### 5.1. Ausgangspunkt

Ausgangspunkt für die Constraint-basierte Wertegenerierung sind tabellarische Testdatensätze, die bis auf Spalten für Primary-Keys und Foreign-Keys noch nicht mit Werten gefüllt sind. Diese Tabellenzellen entsprechen Variablen, die noch nicht mit Werten belegt sind und die nun so mit Werten belegt werden müssen, dass alle Constraints erfüllt sind.

Zur Veranschaulichung der Problemstellung betrachten wir zwei einfache Beispiele. Ergebnis der Phase 1 der Testdatengenerierung sei eine Tabelle, die über die Spalten REF, Vorname, Geschlecht und Jahrgang verfügt und drei Datensätze beinhaltet (siehe Abbildung 1, links oben). Die Datensätze verfügen nur über

#### Ungefüllte Tabelle (mit IDs und Variablen):

REF	Vorname	Geschlecht	Jahrgang
AUTOR_1	$N_1$	$G_1$	$J_1$
AUTOR_2	$N_2$	$G_2$	$J_2$
AUTOR_3	$N_3$	$G_3$	$J_3$

#### Constraints:

- passtZu(Vorname, Geschlecht)
- Jahrgang  $\geq 1915$

#### Constraintgraph:



#### Mit gültigen Werten gefüllte Tabelle:

REF	Vorname	Geschlecht	Jahrgang
AUTOR_1	Jens	männlich	1990
AUTOR_2	Jana	weiblich	1985
AUTOR_3	Jens	männlich	1986

Abb 1: Beispiel mit nicht-zeilenübergreifenden Constraints

je einen eindeutigen Identifikator / Primärschlüssel (REF); die anderen Spalten beinhalten Variablen, die bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht mit Werten belegt sind.

*Beispiel 1* (vgl. Abbildung 1): Es wurde (1) ein spaltenübergreifender Domain-Constraint *passtZu* für die Spalten Vorname und Geschlecht definiert, der auf eine externe Tabelle mit gültigen Wertekombinationen zugreift und (2) ein nicht-spaltenübergreifender Prädikats-Constraint *Jahrgang*  $\geq 1915$ . Beide Constraints sind nicht-zeilenübergreifend. In Abbildung 1, links unten ist der dazugehörige Constraint-Graph mit insgesamt neun Knoten (je einer für jede Variable) und sechs Kanten (je eine für jede Constraint-Instanz) dargestellt. Man beachte, dass dieser Graph in sechs, jeweils zusammenhängende Komponentengraphen zerlegt werden kann. In Abbildung 1, rechts unten ist eine mit gültigen Werten gefüllte Tabelle dargestellt.

*Beispiel 2* (vgl. Abbildung 2): Zusätzlich zu den Constraints aus Beispiel 1 wurde ein nicht-spaltenübergreifender Unique-Constraint für die Spalte Vorname definiert. Dieser Constraint ist zeilengreifend und stellt sicher, dass alle generierten Werte in der Spalte Vorname paarweise verschieden, d.h. eindeutig sind. Der Constraint-Graph zerfällt nun nur noch in vier, jeweils zusammenhängende Komponentengraphen. In Abbildung 2, rechts unten ist eine mit gültigen Werten gefüllte Tabelle dargestellt. Die in Beispiel 1 gefüllte Tabelle würde die Constraints aus Beispiel 2 nicht erfüllen, da der Unique-Constraint dort verletzt ist.

## 5.2. Lösungsverfahren

Im Folgenden werden mögliche Lösungsverfahren zur Wertegenerierung kurz vorgestellt. Weitere Details sind [K15] zu entnehmen.

### *Generate-and-Test:*

Ein naiver Ansatz ist es, mit Hilfe von Wertegeneratoren zufällig Werte für alle Variablen zu generieren und im Anschluss zu testen, ob alle Constraints erfüllt sind. Ist mindestens ein Constraint nicht erfüllt, so beginnt der Prozess von vorn. Es ist leicht zu erkennen, dass dieser Ansatz zwar einfach zu implementieren, wegen seiner Laufzeit aber nicht praktikabel ist. Auch ist eine Terminierung nicht gewährleistet: wenn es z.B. keine Lösung gibt, wird dies nicht erkannt.

### *Lösung mithilfe eines linearen Ungleichungssystems:*

Ein weiterer möglicher Ansatz ist es, die Werte auf Basis eines linearen Ungleichungssystems zu erzeugen. Zur Lösung von linearen Ungleichungssystemen existiert eine Vielzahl von Software-Bibliotheken.

Die verschiedenen Constraints im Constraint-Graphen müssen hierzu auf eine Menge von linearen Ungleichungen abgebildet werden. Nachdem ein lineares Ungleichungssystem aufgebaut wurde, kann dieses mit Hilfe der Bibliotheken gelöst werden. Ist das lineare Ungleichungssystem nicht lösbar, so bedeutet dies, dass für die aufgestellten Constraints keine Lösung existiert. Wurde das lineare Ungleichungssystem erfolgreich gelöst, so ist es relativ einfach möglich, gültige Werte zu generieren, die alle Constraints erfüllen.

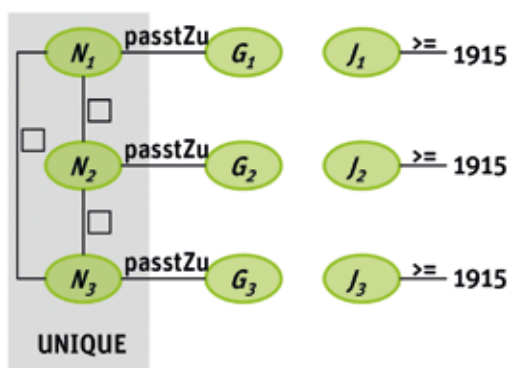
### Ungefüllte Tabelle (mit IDs und Variablen):

REF	Vorname	Geschlecht	Jahrgang
AUTOR_1	$N_1$	$G_1$	$J_1$
AUTOR_2	$N_2$	$G_2$	$J_2$
AUTOR_3	$N_3$	$G_3$	$J_3$

### Constraints:

- **passtZu(Vorname, Geschlecht)**
- **Jahrgang  $\geq 1915$**
- **UNIQUE(Vorname)**

### Constraintgraph:



### Mit gültigen Werten gefüllte Tabelle:

REF	Vorname	Geschlecht	Jahrgang
AUTOR_1	Jens	männlich	1990
AUTOR_2	Jana	weiblich	1985
AUTOR_3	Johannes	männlich	1986

Abb 2: Beispiel mit zeilenübergreifenden Constraints



Das Aufstellen eines linearen Ungleichungssystems ist jedoch nur für einige der hier benötigten Constraint-Arten und nur für numerische Datentypen (einfach) möglich. Für Zeichenketten als Datentyp und Domain-Constraints ist dieser Ansatz beispielsweise nicht praktikabel.

*Lösung mithilfe von Constraint-Programmierung:*

Unter Constraint-Programmierung versteht man Programmierparadigmen, bei denen die Beziehungen zwischen verschiedenen Variablen durch bestimmte Ausdrücke formulieren werden können. Für alle unbekannten Variablen wird anschließend anhand schon bekannter Werte und den formulierten Ausdrücken eine Lösung gesucht. Die Aufstellung und Lösung solcher Probleme wird Constraint-Solving-Problem (CSP) genannt. Für die Constraint-Programmierung sind verschiedene Software-Bibliotheken/-Frameworks verfügbar, z.B. JaCoP oder Choco in Java.

Analog zu dem Ansatz mit linearen Ungleichungssystemen wird bei der Verwendung von Constraint-Programmierung im ersten Schritt versucht, den Constraint-Graph in die von der verwendeten Software-Bibliothek angebotene Form zu transformieren. Die Bibliothek löst im nächsten Schritt das Constraint-Solving-Problem. Durch den Einsatz der Constraint-Programmierung kann gewährleistet werden, dass eine Lösung für ein formuliertes Problem gefunden wird, falls eine Lösung für dieses Problem existiert.

Ähnlich wie bei den linearen Ungleichungssystemen unterstützen die verschiedenen Software-Bibliotheken allerdings nur eine Teilmenge der hier benötigten Constraint-Arten und Datentypen.

*Spezialisierter Algorithmus zur Wertegenerierung für Testdaten auf Basis von Constraints:*

Da für unseren Einsatzbereich ein Lösungsansatz gesucht wird, der für alle benötigten Constraint-Arten und Datentypen funktioniert, musste ein eigener Ansatz zur Constraint-basierten Wertegenerierung konzipiert und implementiert werden. Hier soll nur die Idee beschrieben werden, das detaillierte Konzept ist in [K15] zu finden.

Als Ausgangslage kann man sich ein drei-dimensionales Feld vorstellen, wobei jeder Eintrag eine Variable darstellt und über die Parameter Tabelle, Zeile und Spalte definiert ist. Für einzelne Variablen können nun beliebig viele Constraint-Instanzen definiert sein, welche sich u.U. auf andere Variablen beziehen. Das Ziel des Algorithmus ist das Finden von gültigen Werten für alle Variablen, sodass alle Constraint-Instanzen erfüllt sind.

Die Menge aller Constraint-Instanzen bildet den Constraint-Graph (siehe auch Beispiele 1 und 2). Dieser wird vom Algorithmus zuerst in seine zusammenhängenden Komponentengraphen zerlegt. Die Wertegenerierung kann für jeden einzelnen zusammenhängenden Constraint-Komponentengraphen unabhängig vorgenommen werden. Jeder zusammenhängende Komponentengraph wird systematisch auf eine valide Lösung durchsucht. Als grundlegender Algorithmus wird eine Tiefensuche mit Backtracking verwendet. Hierbei können prinzipiell alle Wertekombinationen durchprobiert werden. Wird eine gültige

Lösungskombination gefunden, so terminiert der Algorithmus<sup>2</sup>.

In der Praxis ist es so jedoch im Allgemeinen nicht möglich, eine Lösung in annehmbarer Zeit zu finden. Deshalb ist es notwendig zusätzlich Strategien und Heuristiken einzusetzen, welche eine schnellere Lösungsfindung ermöglichen. Damit z.B. die Wahrscheinlichkeit erhöht wird, dass Wertegeneratoren für eine Constraint-Kombination gültige Werte zurückliefern, werden den Wertegeneratoren vor einer Wertegenerierung zusätzliche Hinweise (*Hints*) von den Constraints übergeben. Bei endlichen Wertemengen können Hints beispielsweise einem Wertegenerator (noch) gültige Werte vorschlagen bzw. (im Augenblick) ungültige Werte ausschließen. Bei nicht-endlichen Wertemengen können Hints beispielsweise (augenblicklich) gültige Wertebereiche für einen Wertegenerator vorschlagen. Die verwendeten Hints sind abhängig von der jeweiligen Constraint-Art.

## 5.3. Implementierung

Der beschriebene Ansatz zur Constraint-basierten Wertegenerierung wurde in Java implementiert und in die STU-Bibliothek zum Testen datenbankbasierter Anwendungen integriert. Details zum Software-Design, zum Algorithmus an sich, zur softwaretechnischen Umsetzung und der Integration in das STU-Framework sind in [K15] zu finden.

Für die Modellierung von Constraints werden in der Implementierung zwei unterschiedliche Möglichkeiten im Application Programming Interface (API) unterstützt. Ein Constraint kann entweder in der formalen Beschreibung unabhängig von einer Spalte definiert werden oder direkt an eine Spaltendefinition angehängt werden. Die zweite Variante verwendet das Builder Pattern und Fluent Interface zur Erhöhung der Benutzerfreundlichkeit des APIs. Listing 1 (Abbildung 3) illustriert diese zweite Variante. Eine Auflistung der augenblicklich implementierten

**Listing 1:** Ausschnitt aus der formalen Beschreibung für ein Testszenario.

```

...
user // Spezifikation für Tabelle "user" (Benutzer)
// Identifikator zur eindeutigen Referenzierung
.column("id", DataType.BIGINT) //
.defaultIdentifier() //
.autoIncrement() //
// Vorname: nur gültige Vornamen (aus externer Tabelle von Vornamen)
.column("firstname", DataType.VARCHAR) //
.generator(new DataGenerator("firstname")) //
// Nachname: nur gültige Nachnamen (aus externer Tabelle von Nachnamen)
.column("lastname", DataType.VARCHAR) //
.generator(new DataGenerator("lastname")) //
// Geschlecht: nur gültige Geschlechter (aus externer Tabelle) und s
// passend zum Vornamen erlaubte Wertekombinationen in externer Tabelle
.column("sex", DataType.VARCHAR) //
.generator(new DataGenerator("sex")) //
.constraint().domain("user.firstname") //
// Kartennummer: von 100000 bis 999999 und eindeutig über alle Benutzer
// hinweg
.column("cardnumber", DataType.INTEGER) //
.constraint().range(new IntValue(100000), new IntValue(999999)) //
.constraint().unique() //
// Jahrgang: von 1915 bis 2015
.column("yearOfBirth", DataType.INTEGER) //
.constraint().range(new IntValue(1915), new IntValue(2015)) //
// letztes Login (Jahr): von 2000 bis 2015 und größer als der Jahrgang
.column("lastlogin", DataType.INTEGER) //
.constraint().range(new IntValue(2000), new IntValue(2015)) //
.constraint().greater("author.yearOfBirth") //
// Rechte-ID: Fremdschlüssel zur Tabelle "right" (Eugriffrechte)
.column("rightid", DataType.BIGINT) //
.reference.local.foreign(right) //
//
.build()
...

```

Abb. 3: Ausschnitt aus der formalen Beschreibung für ein Testszenario

Listing 2: Beispiel für generierte Testdaten (dargestellt in der schema-spezifischen DSL für das Beispiel aus Listing 1)

```

class BookDatabaseDefault extends BookDatabaseModel {
  def tables() {
    ...
    rightTable.rows() {
      SEX | name
      RIGHT_1 | "Admin"
      RIGHT_2 | "Superuser"
      RIGHT_3 | "User"
      RIGHT_4 | "Guest"
      RIGHT_5 | "Root"
    }
    ...
    userTable.rows() {
      SEX | firstname | lastname | sex | cardnumber | yearOfBirth
      USER_1 | "Tina" | "Doigt" | "male" | 239504 | 1915
      USER_2 | "Jana" | "Dietrich" | "female" | 197358 | 1925
      USER_3 | "Jürgen" | "Winters" | "male" | 424868 | 2007
      USER_4 | "Bianca" | "Rahn" | "female" | 344712 | 2007
      USER_5 | "Susanna" | "Stein" | "female" | 347794 | 2004
      ...
    }
  }
}

```

Abb. 4: Beispiel für generierte Testdaten (dargestellt in der schema-spezifischen DSL für das Beispiel Listing 1)

Constraint-Arten und die API-Dokumentation finden sich in [W3-CDoc].

Tests für unterschiedliche Szenarien haben gezeigt, dass der gewählte Ansatz für die anvisierten Anwendungsfälle alle Anforderungen erfüllt. Beispielsweise wurden in einem Test-szenario mit 10 Tabellen und 20 Constraints (durchschnittliche Knotenzahl der Constraint-Komponentengraphen von 10) gültige Testdaten innerhalb von 45 ms generiert (insgesamt 150 Datensätze). Diese Zeit beinhaltet den ersten Schritt der Generierung der Datensätze ohne Werte und den zweiten Schritt der Wertegenerierung auf Basis der Constraints. Listing 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Testszenario. Weitere Details sowie die vollständigen Beispiele sind in [K15] zu finden.

## 6. Zusammenfassung und Fazit

Ziel dieser Arbeit war die Generierung von validen Testdatenwerten basierend auf der Arbeit von [M13] und der vorhandenen STU-Bibliothek. Dazu wurde untersucht, wie es möglich ist, den bestehenden Generierungsalgorithmus so zu erweitern, dass datenbankschema- und anwendungs-konforme Testdaten generiert werden können. Auf dieser Basis wurde ein Constraint-basierter Ansatz zur Wertegenerierung implementiert und in die STU-Bibliothek integriert. Somit ist es nun möglich, mit einfachen Mitteln verschiedene Arten von deklarativen Constraints zu formulieren und valide und „natürliche“ Testdatenwerte zu generieren.

Auch wenn die Implementierung den gestellten Anforderungen genügt, ist natürlich immer noch Raum für Optimierungen und Erweiterungen. So könnten beispielsweise weitere domänenspezifische Wertegeneratoren und zusätzliche Constraint-Arten, wie (eingeschränkte) Kardinalitäts-Constraints, implementiert werden. Weiterhin sind die neuen, in die STU-Bi-

bliothek integrierten Funktionalitäten und die erweiterte API bisher ausschließlich über die Kommandozeile bzw. programmatisch nutzbar. Die vorhandene GUI zum Extrahieren des Datenbankschemas und zum manuellen Editieren der formalen Beschreibung könnte um die neuen Funktionalitäten zur Constraint-basierten Wertegenerierung erweitert werden.

### Endnoten:

- 1 Diese Systematisierung lässt sich prinzipiell auch auf objekt-orientierte Systeme übertragen: nicht-attributübergreifende, attributübergreifende (aber nicht klassenübergreifende), klassenübergreifende Constraints bzw. nicht-Instanzübergreifende, Instanzübergreifende Constraints.
- 2 Um eine Terminierung des Algorithmus in kürzerer Zeit zu gewährleisten, kann eine Obergrenze für die Anzahl der zu generierenden Werten pro Variable festgelegt werden. Dabei können dann natürlich nicht für alle Variablen Werte generiert werden.

## Literatur

- [AKL11] Arvind Arasu, Raghav Kaushik, Jian Li: *Data Generation using Declarative Constraints*. In: *Proceedings of the 2011 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, Athens, Greece, 2011*.
- [BFH+14a] Christian Baranowski, Thomas Fox, Nikolaus Moll, Jürgen Wäsch: *Modellierung und Generierung von Testdaten für Datenbank-basierte Anwendungen*. In: *Proceedings of Informatiktag 2014, Potsdam – Lecture Notes in Informatics, Gesellschaft für Informatik, Vol. S-13, 2014*.
- [BFH+14b] Christian Baranowski, Thomas Fox, Oliver Haase, Nikolaus Moll, Jürgen Wäsch: *Modellierung und Generierung von Testdaten*. In: *Forum, Forschungsmagazin der HTWG Konstanz, Ausgabe 2014/2015*.
- [HTW06] Kenneth Houkjaer, Kristian Torp und Rico Wind: *Simple and Realistic Data Generation*. In: *Proceedings of the 32nd International Conference on Very Large Data Bases, Seoul, Korea, 2006*.
- [K15] Jens Küblbeck: *Constraint-basierte Generierung von Testdaten für Datenbank-basierte Anwendungen*. Masterthesis, HTWG Konstanz / SEITENBAU GmbH, Juli 2015. <https://github.com/Seitenbau/stu/tree/constraints/stu-documentation/src/thesis>.
- [M13] Nikolaus Moll: *Testdaten-Modellierung und -Generierung für Datenbank-basierte Anwendungen*. Masterthesis, HTWG Konstanz / SEITENBAU GmbH, Oktober 2013. <http://nikolaus-moll.de/Masterthesis.pdf>.
- [H10] Klaus Haller: *The Test Data Challenge for Database-driven Applications*. In: *Proceedings of the Third International Workshop on Testing Database Systems, Indianapolis, Indiana, 2010*.
- [W3-CDoc] <https://github.com/Seitenbau/stu/blob/constraints/stu-documentation/src/stu.asciidoc>
- [W3-NEXP] <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=NEXPTIME&oldid=660598712>
- [W3-STU] <https://github.com/Seitenbau/stu>

Sie suchen eine Herausforderung in einer der spannendsten Branchen?  
Sie sind ein Teamplayer und möchten Dinge umsetzen?  
Sie lieben es, neue und noch nicht da gewesene Ideen umzusetzen?

> Dann bieten wir Ihnen die Chance, gemeinsam mit uns die Web-Welt zu revolutionieren.

Die wetter.com GmbH ist Betreiber des größten Wetterportals in Deutschland. Neben der erfolgreichen Internetplattform betreibt die wetter.com GmbH mit wettercom.tv den einzigen 24-Stunden-Wetterkanal im deutschen Fernsehen, produziert die Wettershows der ProSiebenSat.1-Gruppe und ist auch im Hörfunk sehr aktiv vertreten. Die wetter.com GmbH ist eine Tochtergesellschaft der ProSiebenSat.1 Media SE, München.

Zum weiteren Ausbau dieser erfolgreichen Wetter-Gruppe suchen wir zum nächstmöglichen Zeitpunkt eine/n

## PHP Entwickler (m/w)

### Zu Ihren Aufgaben zählen:

- Weiterentwicklung und Wartung unserer Webapplikationen
- Optimierung und Skalierung der Systeme
- Evaluierung, Umsetzung und Integration neuer, innovativer Ideen und Technologien
- Sicherung von Qualität und Performance

### Was Sie mitbringen:

- Sie haben ein Studium mit IT-Schwerpunkt oder eine vergleichbare Ausbildung erfolgreich abgeschlossen.
- Sie haben bereits Erfahrung als Web Entwickler
- Sie arbeiten schon länger mit PHP und PHP-Frameworks, idealerweise Symfony 2
- Git, Agile, Unit Tests sind keine Fremdwörter für Sie
- Gute Kenntnisse in Javascript sowie HTML und CSS runden Ihr Profil ab
- Gute Deutschkenntnisse

Wir fördern Sie nach Ihren individuellen Möglichkeiten und Fähigkeiten, so dass Sie Ihr Potenzial voll entfalten können. Eine herausfordernde und abwechslungsreiche Aufgabe in einem stark wachsenden Unternehmen mit positivem, teamorientierten Arbeitsklima wartet auf Sie. Ihre Einsatzfreude ist der Schlüssel zu unserem gemeinsamen Erfolg!

Klingt spannend? Wenn Sie diese verantwortungsvolle Aufgabe reizt, dann schicken Sie uns Ihre aussagekräftige Online-Bewerbung mit Gehaltswunsch und frühestmöglichem Eintrittstermin an [jobs@wetter.com](mailto:jobs@wetter.com).

Weitere Informationen über unser Unternehmen erhalten Sie unter [www.wetter.com](http://www.wetter.com)



**Markus Gerhart**

studierte Wirtschaftsinformatik mit Schwerpunkt Softwareengineering an der HTWG Konstanz. Anschließend absolvierte er das Masterstudium im Studiengang MSI mit dem Schwerpunkt Geschäftsprozesse und promoviert derzeit bei Herrn Prof. Dr. Marko Boger im Bereich modelgetriebene Softwareentwicklung.



**Prof. Dr. Marko Boger**

studierte in Karlsruhe und Toulouse und wurde in Aachen und Hamburg promoviert. Anschließend gründete er die Firma Gentleware, die im Bereich grafischer Modellierung führend tätig ist. Er war an der Standardisierung der UML 2 als Leiter einer Arbeitsgruppe aktiv beteiligt. Seit 2009 ist er Professor für Softwareengineering und Softwarearchitektur an der HTWG Konstanz.

# Approach to Define Scalable Metamodels with Many to Many Cardinalities Based on JSON

Markus Gerhart, Marko Boger

## 1. Introduction

Tools for creating Domain-Specific Modeling Languages (DSML) are becoming more accepted in the software development industry to develop specific solutions for specific problems. These solutions are developed with tools such as Xtext[5], Meta Programming System (MPS)[6], MetaEdit+ Modeler[7], Kybele[8], MagicDraw[9] or Eugenia[10]. The underlying metamodel of the tools is of crucial importance, because it serves as basis for all subsequent steps like code generation or programmatic manipulation of the model data. Therefore, access to the metamodel has to be very simple and the memory consumption should be as low as possible.

Only a high abstraction level of the metamodel allows a simple, clean, and clear implementation of the subsequent programmatic processing as suggested by the KISS-principle („Keep it simple, stupid“). However, existing open source tools cover only the needs of specific subject areas such as the software development industry. Requirements of very complex metamodels, for instance the statics of buildings can currently only be fulfilled through complex detours. Not considering commercial solutions, because they do not give insight into the structure of their metamodel and storage solution, another common problem is the storage consumption of very large models. Furthermore, a great weakness of existing open source solutions such as Ecore[1] is, that they do not scale well to very large models.

Our suggested approach allows the definition of metamodels in a simple and clear way. We offer the possibility that nodes (classes) and edges (references) can exist independently and with equal rights. This leads to a variety of possibilities in the creation of metamodels. In addition, the data of metamodels and models is held in the Java Script Object Notation (JSON)[17] file format. This allows the smooth scaling of the model data using existing solutions such as CouchDB[14], MongoDB[15], and RavenDB[16].

We demonstrate that the storage of metamodels and models is possible without problems, even when involving well over 10,000 elements (classes and references). The paper first describes our general approach for the definition of meta-models based on



JSON for high scalability and many-to-many cardinalities in section 2. The core contribution of this publication is the developed metamodel with independent classes and connections and the data structure using JSON to store models for high scalability. Section 3 illustrates the results of our approach from different angles. Finally, we summarize the limitations of our research and draw conclusions in section 4.

## 2. Approach

In this section we will give a detailed explanation of our approach. First we discuss and reason about the architecture of our metamodel and its components and then present an example.

### 2.1. Architecture

An overview of the MoDiGen metamodel architecture is given in Figure 1. The design is focused on universality and simplicity. We utilize standard conform JSON to store both model and instance data. This helps us to achieve programming language agnosticism and scalability. In the following paragraphs we will discuss the architecture depicted in Figure 1 and the corresponding metamodel components in detail.

duplicate values. The *uniqueGlobal* flag in contrast, guarantees that the attribute's values are unique on a model scope. This may be useful for modeling attributes like Social Security Numbers. The *default* attribute is a value of *type* and defines the initial value of the M\_Attribute. Using *expression* one can define a simple arithmetic formula to derive the value of the attribute. This renders the attribute read only and can be useful in cases where one attribute depends on other attributes. Whether the M\_Attribute is a String, Integer, Double, or Enum is defined by setting the *type* attribute. The *ordered* flag defines whether the attribute's values are ordered in some fashion. The attribute *transient* determines whether the attribute is transient. If set to true the attribute's value won't be stored when the model is being saved to a database. This might be useful for attributes which are the result of an expression. Single Assignment behavior can be modelled by setting the *singleAssignment* flag, this causes the value to be settable exactly once. *Constant* on the other hand means that the value is *default* and may never be changed.

Nodes are modelled using **M\_Classes** which in addition to a number of mandatory attributes may contain an arbitrary number of user defined attributes. The mandatory attributes are defined in the following manner. *Abstract* denotes whether the

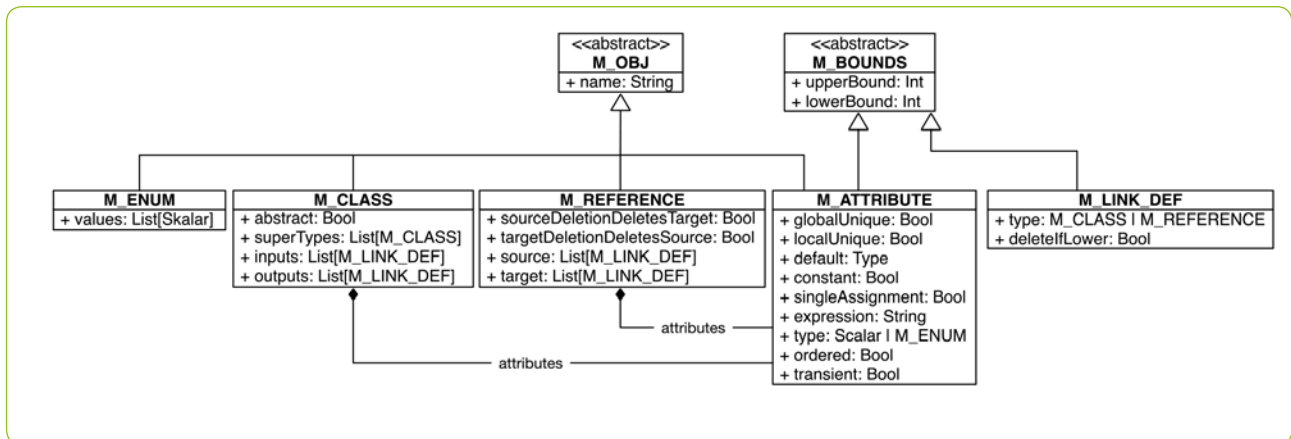


Fig. 1: MoDiGen Metamodel

**M\_Obj** is the abstract base class of most of the metamodel's components. Its use is to provide a name attribute to all components that need to be identifiable. The name attribute is guaranteed to be unique on a model scope.

**M\_Bounds** is abstract and defines *upperBound* and *lowerBound* attributes. Bound values can either be zero, a positive Integer, or -1 for infinity. By defining an upper as well as a lower bound, one can model maxima, minima, as well as ranges. By default lowerBounds are set to 0 and upperBounds to -1.

The modelling of attributes in nodes and edges is done using **M\_Attribute**. It extends **M\_Bounds** so it can be defined to either be single-valued or an array with an optional maximum and/or minimum length. To further define its behavior, a number of mandatory attributes exist which will be discussed now. If *uniqueLocal* is set to true the **M\_Attribute** behaves much like a Set data structure, for it is a collection which can not contain any

**M\_Class** is declared as abstract, meaning it may not be instantiated but only be used as a base for other **M\_Classes**. Inheritance between **M\_Classes** is modelled using the *superTypes* attribute. It contains all direct predecessors. By defining *superTypes* as a list we explicitly allow multiple inheritance. The inputs attribute is a list of all incoming **M\_Link\_Defs** and *outputs* is a list of all outgoing **M\_Link\_Defs**. On the other side **M\_Reference** also has a *target* and *source* attribute, which behaves like *inputs* and *outputs*.

**M\_Link\_Def** is used to define one endpoint of a connection and has a *type* attribute, which is either **M\_Class** or **M\_Reference** as well as an upper- and lowerbound. The flag *deleteIfLower* defines whether the **M\_Class** and **M\_Reference**, which contains the **M\_Link\_Def**, should be deleted in case the number of values of the **M\_Link\_Def** drops to its lower bound. This means one can model a minimum count of Output/Input or Source/Target values a certain Class or Reference must have of any type.

An **M\_Reference** denotes an edge between two M\_Classes. By defining references as first-level classes, our metamodel gains a couple of powerful modelling possibilities. For example edges may have an arbitrary number of custom attributes and allow n:m relationships. A set of standard attributes also exists which will be defined now. With *sourceDeletionDeletesTarget* set, in case the source of the M\_Reference is deleted, the target, and the reference itself is also deleted. Accordingly *targetDeletionDeletesSource* deletes the source and the reference in case the target is deleted. This can be useful to model containments and similar constructs where one end of a reference can not exist without the other end. The *source* attribute is a list of sources and the *target* attribute is a list of targets of the M\_Reference. Both have the Type M\_Link\_Def, therefore M\_References can be defined to be valid for a number of different source- and target-classes with dedicated bounds for each class in both directions. For example one can define an edge to be valid from A to B or C and further specify separate bounds for the number of edges from A to B or A to C as well as separate bounds for the number of B s, C s, and A s involved in those edges.

Finally M\_Enum is a simple Enum of a scalar type and might be used as a type for attributes.

## 2.2. Example

To demonstrate the capabilities of our metamodel, we will consider the following (oversimplified) family tree model. Three M\_Classes, *Person*, *Male*, and *Female* exist, where *Male* and *Female* inherit from *Person* and *Person* is abstract. The following relationships exist between these classes: The Relationship *isHusband* has a *Male* source and a *Female* target, while the reverse relationship *isWife* has a *Female* source and a *Male* target. The *Male* class also has a relationship *isFather*, directed at *Person* and the *Female* class has the corresponding *isMother* relationship, also directed at *Person* Figure 2 illustrates the setup.

Listing 1.1 is taken from the compressed familytree model and represents the M Class *Male*. The *mtype* property is necessary because JSON has no type system and so this property is needed to declare that this is an M Class. The *inputs* and *outputs* properties are M\_Link\_Defs linking to the respective M Reference and indicating that at most one such relationship is allowed for one

```

1  "Male": {
2    "mType": "mClass",
3    "name": "Male",
4    "superTypes": ["Person"],
5    "mAttributes": [],
6    "inputs": [
7      { "type": "isWife",
8        "upperBound": 1,
9        "lowerBound": 0
10     }
11  ],
12  "outputs": [
13    { "type": "isHusband",
14      "upperBound": 1,
15      "lowerBound": 0
16    },
17    { "type": "isFather",
18      "upperBound": -1,
19      "lowerBound": 0
20    }
21  ]
22 },

```

Fig. 3: The Male M Class taken from the Family Tree example model (listing 1.1)

```

1  "isHusband": {
2    "mType": "mRef",
3    "name": "isHusband",
4    "mAttributes": [],
5    "source": [
6      { "type": "Male",
7        "upperBound": 1,
8        "lowerBound": 1
9      }
10   ],
11  "target": [
12    { "type": "Female",
13      "upperBound": 1,
14      "lowerBound": 1
15    }
16   ],
17 },

```

Fig. 4: The isHusband M Reference taken from the Family Tree example model (listing 1.3)

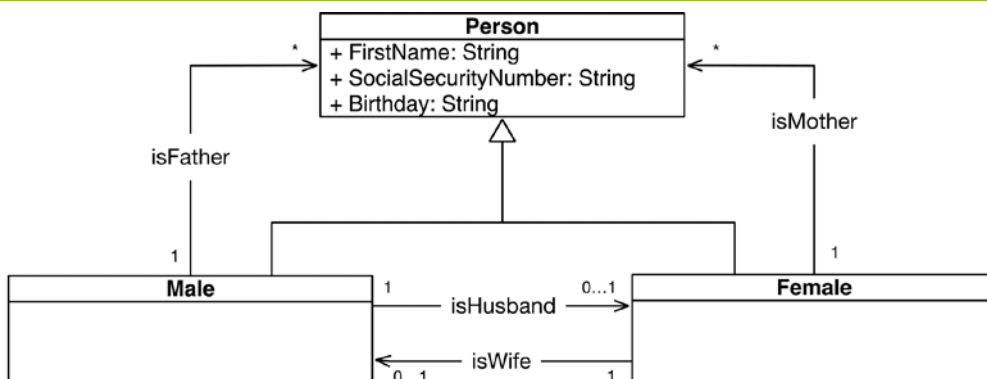


Fig. 2: Family Tree Model

instance of this `M_Class`. Because Male inherits all its attributes from `Person` `mAttributes` is empty.

An `M_Reference` is given in listing 1.2. This is the `isHusband` `M_Reference` linking the Male source to the Female target. The `isHusband` reference links exactly one Male object to one Female object.

We instantiate this model with three persons. A Male instance and a Female instance, who are married to each other (using the `isHusband` and `isWife` references) and another Male, who is the child of the other two.

Listing 1.3 shows part of the JSON of an instance of the family tree model. Specifically it shows one instance of the Male class and one of the `isHusband` Reference. The complete JSON source for both the model and the instance can be found at MoDiGen[13].

```

1  "846 bc8a2 -00fc -401 f-b626 -0 b0252516ae": {
2    "nClass": "Male",
3    "outputs": {
4      "isFather": ["8e9b1095-a589-4ae4-8e1e-1b3d65a3f842"],
5      "isHusband": ["ee204744-6322-49d4-928e-1447e8bc70c4"]
6    },
7    "inputs": {
8      "isWife": ["8e9b1095-a589-4ae4-8e1e-1b3d65a3f842"]
9    },
10   "mAttributes": {
11     "First Name": ["Hans"],
12     "SocialSecurityNumber": ["12"],
13     "Birthday": ["12-02-2015"]
14   }
15 },
16
17 "ee204744-6322-49d4-928e-1447e8bc70c4": {
18   "nRef": "isHusband",
19   "source": {
20     "Male": ["846bc8a2-00fc-401f-b626-0b0252516ae"],
21   },
22   "target": {
23     "Female": ["a264a43b-6f97-4257-9243-bad1b745490"]
24   }
25 }

```

Fig. 5: Family tree instance (listing 1.2)

### 3. Evaluation

The presented approach makes it possible to create nodes and edges with equal rights. This results from the revised metamodel definition, which is crucial for programmatic processing of the model data. The storage of metamodel and model information is done using JSON. This allows for easy integration and processing by conventional programming languages and web technologies. Furthermore, the number of characters and therefore the storage consumption for metamodel definitions and model instances was reduced, compared to the XML data structure of Ecore, by separating edges and nodes, and by using JSON.

The change of the number of characters based on the metamodel definition of the familytree example is shown in Figure 3. It turns out that the number of characters were consistently reduced when compared to Ecore. The biggest difference can be revealed by removing white spaces. This comes at the expense of human readability but is irrelevant for machine processing. By removing default values a further reduction was achieved. Ecore applies these measures by default.

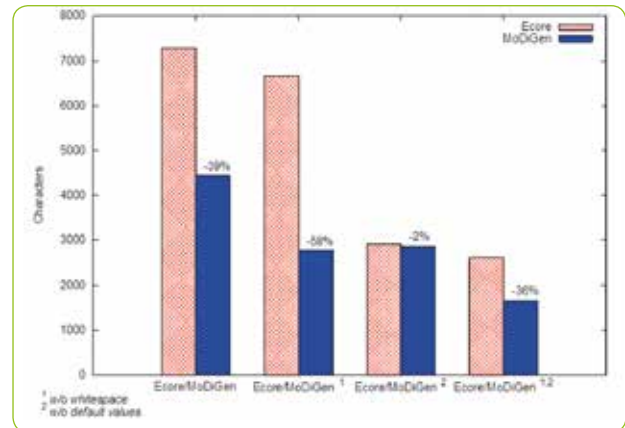


Fig. 6: Number of characters for the Familytree Metamodel

The development of the number of characters based on the model instance, depending on the number of nodes is shown in Figure 4. This is based on the smallest possible model instances (without whitespace and default values) for a model where all nodes are interconnected. It can be seen, that for smaller models the Ecore approach is more appropriate, but for larger models the presented approach has advantages. This is mainly caused by the changed handling of connections between objects. If only few connections are present in a model the advantage of our approach relativizes. We generated model instances with 10,000 interconnected nodes for Ecore as well as MoDiGen and found that the storage consumption of Ecore was 5,58 Gigabyte and the storage consumption of MoDiGen was 3,6 Megabytes.

Our approach has advantages regarding the scalability of big models. This is mainly due to the used data structure implemented in JSON. Data formats like JSON can easily be horizontally scaled using existing database solutions like CouchDB, MongoDB or RavenDB. This is additionally favoured by the lower memory consumption of the developed metamodel. In contrast to XML-based data structures the JSON based data structure offers the possibility to access just parts of the stored model.

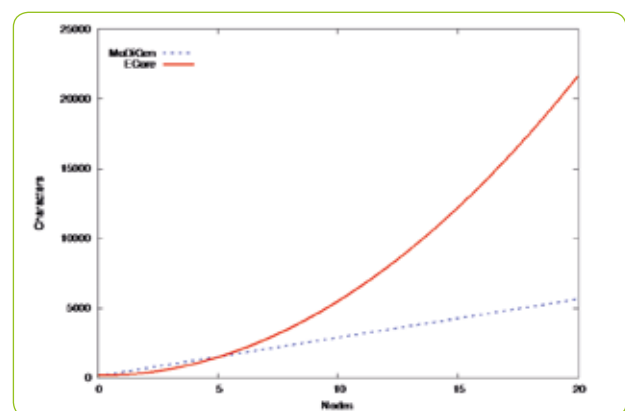


Fig. 7: Development of the number of characters for the familytree model instance according to the created nodes

## 4. Conclusion and future work

We have introduced the MoDiGen metamodel and shown how its approach differs from other metamodels for DSMLs, such as Ecore or GME. Treating edges as first level objects instead of features of nodes allows for easy programmatic access to the edges. The use of JSON yields more compact models than XML, allows for seamless integration into web applications using JavaScript, and opens the door for improvements regarding scalability.

In comparison to Ecore, the MoDiGen metamodel lacks the possibility to define operations. While in the Ecore itself, EOperation is more of a placeholder, it can be given an implementation in the context of the Eclipse Modeling Framework. Edges as first level objects give easier access to references and permit the existence of stand-alone edges. However, this also means that the modeller has to explicitly state whether an edge must be automatically deleted upon the deletion of one of the connected nodes. This is not a problem in Ecore where references are deleted when the containing class is deleted. In its current form, the JSON representation of MoDiGen models still contains code that could be removed.

For example, attributes that have their default value or empty properties are still in the JSON. The JSON representation could be significantly compressed by removing that code.

In the future, we plan to implement a complete modeling framework on the basis of this metamodel and work on improving the JSON representation in terms of size. We will also use the MoDiGen metamodel for code generation projects. Furthermore, we plan on extending the metamodel to allow specification of constraints using the Object Constraint Language (OCL)[18].

## References

- [1] Steinberg, D., Budinsky, F., Paternostro M., Merks E.: *EMF Eclipse Modeling Framework, Second Edition*. Addison-Wesley Professional (2008)
- [2] Lédeczi, A., Maróti, M., Bakay, A., Karsai, G., Garrett, J., Thomson, C., Nordstrom, G., Sprinkle, J., Volgyesi, P.: *The Generic Modeling Environment*. In: *Proceedings of WISP'2001*, IEEE, Budapest (2001)
- [3] Maróti, M., Kereskényi, R., Kecskés, T., Völgyesi, P., Lédecyi, Á.: *Online Collaborative Environment for Designing Complex Computational Systems*. *Procedia Computer Science*, Volume 29, pp. 2432-2441 (2014)
- [4] Farwick, M., Agreiter, B., White, J., Forster, S., Lanzanasto, N., Breu R.: *A Web-Based Collaborative Metamodeling Environment with Secure Remote Model Access*. ICWE 2010, LNCS 6189, pp. 278-291. Springer-Verlag, Heidelberg (2010)
- [5] Itemis AG, <http://www.eclipse.org/Xtext>
- [6] MPS Meta Programming System, <https://www.jetbrains.com/mps/>, Accessed 2015-01-22
- [7] MetaEdit+ Modeler, <http://www.metacase.com/mep/>, Accessed 2015-01-22
- [8] Kybele GMF Generator a tool for developing GMF editors in a few steps, [http://www.kybele.etsii.urjc.es/kyb\\_kybelegmfgen/](http://www.kybele.etsii.urjc.es/kyb_kybelegmfgen/), Accessed 2015-01-22.
- [9] No Magic Inc.: *MagicDraw*, <https://www.magicdraw.com/>, Accessed 2015-01-22.
- [10] Eugenia a tool to automatically generate a GMF editor, <http://eclipse.org/epsilon/doc/eugenia/>, Accessed 2015-01-22
- [11] Scheidgen, M.: *Reference Representation Techniques for Large Models*. In: *Big-MDE'13*, ACM, Budapest (2013)
- [12] Kolovos, D., Rose, L., Matragkas, N., Paige, R., Guerra E., Cuadrado, J., De Lara, J., Ráth, I., Varró, D., Tisi, M., Cabot, J.: *A Research Roadmap Towards Achieving Scalability in Model Driven Engineering*. In: *BigMDE'13*, ACM, Budapest (2013)
- [13] MoDiGen, <http://www.modigen.de/publications/>
- [14] CouchDB, <http://couchdb.apache.org/>
- [15] MongoDB, <https://www.mongodb.org/>
- [16] RavenDB, <http://ravendb.net/>
- [17] Java Script Object Notation, <https://tools.ietf.org/html/rfc7159>
- [18] OMG Object Management Group: *Object Constraint Language Version 2.4*, <http://www.omg.org/spec/OCL/2.4/> (2014)
- [19] EMF-REST, <http://www.emf-rest.com>

## Anmerkung

Das Projekt wurde gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF im Rahmen der Förderlinie „FH-profUnt“ Kooperation von Fachhochschulen und Unternehmen.





Sie suchen eine Herausforderung in einer der spannendsten Branchen?  
Sie sind ein Teamplayer und möchten Dinge umsetzen?  
Sie lieben es, neue und noch nicht da gewesene Ideen umzusetzen?

> Dann bieten wir Ihnen die Chance, gemeinsam mit uns die Web-Welt zu revolutionieren.

Die wetter.com GmbH ist Betreiber des größten Wetterportals in Deutschland. Neben der erfolgreichen Internetplattform betreibt die wetter.com GmbH mit wettercom.tv den einzigen 24-Stunden-Wetterkanal im deutschen Fernsehen, produziert die Wettershows der ProSiebenSat.1-Gruppe und ist auch im Hörfunk sehr aktiv vertreten. Die wetter.com GmbH ist eine Tochtergesellschaft der ProSiebenSat.1 Media SE, München.

Zum weiteren Ausbau dieser erfolgreichen Wetter-Gruppe suchen wir zum nächstmöglichen Zeitpunkt eine/n

## Frontendentwickler / Admanager (m/w)

### Zu Ihren Aufgaben zählen:

- Kreation von HTML5 Werbemitteln (Umsetzung in HTML5, JS / CSS)
- Einbuchung, Kontrolle und Pflege von Werbemitteln
- Umsetzung und Ausarbeitung von Screendesigns in HTML und CSS

### Was Sie mitbringen:

- Gute bis sehr gute Kenntnisse in HTML, CSS und Javascript
- Erfahrung in der Frontendentwicklung
- Wünschenswert: Bereits Erfahrung im Admanagement (DFP)
- Qualitätsbewusstsein, eigenverantwortliches Arbeiten
- Gute Deutschkenntnisse

Wir fördern Sie nach Ihren individuellen Möglichkeiten und Fähigkeiten, so dass Sie Ihr Potenzial voll entfalten können. Eine herausfordernde und abwechslungsreiche Aufgabe in einem stark wachsenden Unternehmen mit positivem, teamorientierten Arbeitsklima wartet auf Sie. Ihre Einsatzfreude ist der Schlüssel zu unserem gemeinsamen Erfolg!

Klingt spannend? Wenn Sie diese verantwortungsvolle Aufgabe reizt, dann schicken Sie uns Ihre aussagekräftige Online-Bewerbung mit Gehaltswunsch und frühestmöglichem Eintrittstermin an [jobs@wetter.com](mailto:jobs@wetter.com).

Weitere Informationen über unser Unternehmen erhalten Sie unter [www.wetter.com](http://www.wetter.com)



**Andrea Dlaska**

Professor of Language Studies und  
Pro-Vice Chancellor for Learning and  
Teaching an der University of Surrey/  
GB. E-Mail: a.dlaska@surrey.ac.uk



**Christian Krekeler**

Professor für Deutsch als Fremd- und  
Fachsprache an der Hochschule  
Konstanz, Leiter des Studienkollegs  
und verantwortlicher Redakteur der  
Zeitschrift InfoDaF.  
E-Mail: krekeler@htwg-konstanz.de

# Fremdsprachenunterricht und Motivationspsychologie: Löhnen sich Fehlerkorrekturen bei gleichzeitiger Notengebung?

Andrea Dlaska, Christian Krekeler

## Wie effektiv sind Fehlerkorrekturen?

Wer Fremdsprachen lernt, macht Fehler. Wer Fremdsprachen lehrt, sieht es als Aufgabe an, die Fehler anzustreichen – möglichst alle, möglichst immer. Die hoffnungsvolle Erwartung der Lehrkräfte ist, dass die Lernenden aus den Fehlerkorrekturen lernen und dieselben Fehler in Zukunft nicht mehr machen. Untersuchungen zeigen aber, dass diese Erwartung überzogen ist. Nur unter bestimmten Umständen scheinen Fehlerkorrekturen auch zu einer Reduktion der Fehler in späteren Texten, also zu einem echten Lernzuwachs zu führen. In einer Studie, die wir an der Hochschule Konstanz durchführten, wurden motivationale Faktoren überprüft: Hängt der Lernzuwachs davon ab, ob Fehlerkorrekturen in Kombination mit einer Notengebung erfolgen? In der Motivationspsychologie geht man nämlich davon aus, dass der Lerneffekt einer Rückmeldung (Fehlerkorrektur) durch die Verknüpfung mit einer Beurteilung (Note) untergraben wird. Wenn dem so wäre, könnten Lehrkräfte sich Fehlerkorrekturen bei Klausuren sparen. In unserer Studie fanden wir allerdings keine Hinweise auf eine solche Korrelation. In diesem Artikel stellen wir unsere Studie vor, gehen zunächst aber auf die unterschiedlichen Faktoren ein, die mit der Effektivität von Fehlerkorrekturen diskutiert werden.

Von der Effektivität ihrer Fehlerkorrekturen sind die meisten Lehrkräfte, die Fremdsprachen unterrichten, überzeugt. Bestätigt wird diese Ansicht zudem von den Lernenden, die Fehlerkorrekturen an ihren Texten schätzen und häufig auch erwarten.

*Fehler in der Überarbeitung vs. Fehler im Folgetext:* Die Diskussion über den Sinn von Fehlerkorrekturen im Fremdsprachenunterricht wurde maßgeblich von John Truscott belebt, der an einer Universität in Taiwan unterrichtet. 1996 provozierte er die Fremdsprachenszene, indem er Fehlerkorrekturen grundsätzlich in Frage stellte. Die Reaktion war ein kollektiver Aufschrei und eine Flut von Studien, in denen die Wirksamkeit von Fehlerkorrekturen gezeigt werden sollte. Die Ergebnisse waren aber durchwachsen, die Schlussfolgerungen erwiesen sich bisweilen als ungerechtfertigt. So kann eine Reduktion der Fehler in der

Überarbeitung (Verbesserung der Entwürfe) nicht unbedingt als Beleg für die Effektivität von Fehlerkorrekturen angeführt werden. Um Fehlerkorrekturen für neue Texte zu nutzen, ist eine zusätzliche Transferleistung erforderlich. – Andere Studienergebnisse, die Truscott widersprechen, sind jedoch weniger leicht von der Hand zu weisen.

*Anzahl der Korrekturhandlungen:* Studien, in denen die Auswirkung von Fehlerkorrekturen auf spätere Texte betrachtet wird, zeigen, dass bestimmte Bedingungen erfüllt sein müssen, um einen nachhaltigen Lerneffekt zu bewirken. Wenig überraschend dürfte sein, dass sich dabei die Häufigkeit der Korrekturhandlungen als wichtig herausstellte. Lehrkräfte wissen, dass steter Tropfen den Stein höhlt. Schnelle Erfolge? Fehlanzeige.

*Gezielte vs. umfassende Fehlerkorrekturen:* Gezielte Fehlerkorrekturen (ausgewählte Fehler werden gekennzeichnet) scheinen Fehler eher zu reduzieren als umfassende Korrekturen (alle Fehler werden gekennzeichnet). Hintergrund: Aus Sicht der kognitiven Linguistik ist fraglich, ob Lernende in der Lage sind, die Vielzahl der Informationen der umfassenden Fehlerkorrekturen zu verarbeiten. Möglicherweise ist es zielführender, Fehlerkorrekturen auf bestimmte Bereiche zu beschränken. Weniger ist mehr!

*Fehlerkorrekturen und Spracherwerbstheorie: Processability Theory:* Die Ergebnisse der Spracherwerbsforschung legen ebenfalls die Konzentration auf bestimmte Fehlertypen nahe. Konkret bedeutet dies, dass Lernende von Fehlerkorrekturen nur dann profitieren, wenn sie über die sprachlichen Voraussetzungen verfügen, um die Informationen zu verarbeiten. Nach Manfred Pienemann's Processability Theory verläuft der Erwerb von grammatischen Regeln in festgelegten Stufen, die durch Unterricht kaum – Pienemann würde behaupten: nicht – veränderbar sind. Demnach wäre es vergebene Liebesmüh', Lernenden die Ordnung im deutschen Nebensatz zu vermitteln, wenn die Inversion im Hauptsatz nicht beherrscht wird. Die Kennzeichnung der Fehler, die auf der aktuellen Spracherwerbsstufe noch nicht verarbeitet werden können, hätte kaum einen Nutzen.

*Fehlerkorrekturen und Spracherwerbstheorie: Noticing Hypothesis:* Eine weitere Bedingung: Die Lernenden müssen die Fehlerkorrekturen überhaupt zur Kenntnis nehmen, um daraus lernen zu können. Auch dazu gibt es eine Theorie: die Noticing Hypothesis von Richard Schmidt. Die Theorie bezieht sich nicht nur auf die Wahrnehmung an sich, sondern vor allem auf die Wahrnehmung der Elemente, die für den nächsten Lernschritt relevant sind, und auf die Verarbeitung der Informationen. Wie auch immer: Nicht selten wird Korrekturen keine Beachtung geschenkt. Die Texte werden abgeheftet, oder sie landen im Müll-eimer. Manch einer schreibt der Lagerung unter dem Kopfkissen eine magische Wirkung zu. Doch mit dem Lernen im Schlaf ist das so eine Sache ...

*Weitere Faktoren:* Für Lehrkräfte sind Fehlerkorrekturen eine Herzensangelegenheit, und sie verteidigen ihre Gewohnheiten mit großer Vehemenz. Unter dem nüchternen Blick der empirischen Unterrichtsforschung erweisen sich manche Vorgehensweisen aber als fragwürdig. Spielt es z.B. eine Rolle, ob ein Verbesserungsvorschlag unterbreitet wird (direkte Fehlerkorrektur) oder ob der Fehler nur gekennzeichnet wird (indirekte Fehlerkorrektur)? Meistens nicht. – Hilft ein zusätzliches Lob den Lernenden? Nein! – Ist die Farbe des Korrekturstifts (rot! – oder lieber grün?) relevant? Nein! – Untergraben Noten die Wirkung der Fehlerkorrekturen? Möglicherweise! Mehr dazu in unserer Studie.

### **Fehlerkorrektur und Notengebung aus motivationspsychologischer Sicht**

Fehlerkorrekturen am Lernertext sollen nun aus Sicht der Motivationspsychologie betrachtet werden. Es wurden bereits Faktoren angesprochen, die mit der Motivation zusammenhängen könnten: die bewusste Wahrnehmung der Fehlerkorrekturen oder die Rolle von Lob. Auch wurde gefragt, wie Lernende reagieren, wenn ihre Texte nicht nur mit Korrekturen versehen, sondern gleichzeitig auch benotet werden. Hintergrund ist, dass in der pädagogischen Psychologie davon abgeraten wird, die Rückmeldung zur Leistung mit einer Note zu verknüpfen. So könnte man jedenfalls die folgende Aussage von Paul Black und Dylan Wiliam interpretieren: „Feedback has been shown to improve learning when it gives each pupil specific guidance on strengths and weaknesses, preferably without any overall marks.“ Das würde bedeuten: Fehlerkorrekturen in Klausuren bringen nichts. Stützen lässt sich diese Behauptung mit dem Leistungsziel-Modell.

*Leistungsziel-Modell von Elliot:* Andrew J. Elliot unterscheidet zwischen Lernzielen (mastery goals) und Leistungszielen (performance goals) und weiter zwischen Annäherungszielen (approach-goals) und Vermeidungszielen (avoidance-goals) – auch in der deutschen Fachdiskussion werden häufig die englischen Begriffe verwendet. Elliot erläutert:

- Wer Lernziele verfolgt, orientiert sich an einer Kompetenz.
- Wer Leistungsziele verfolgt, orientiert sich an anderen Personen.
- Annäherungsziele werden verfolgt, um positive Auswirkungen zu erzielen.
- Vermeidungsziele sind involviert, wenn negative Konsequenzen vermieden werden sollen.

Im Leistungsziel-Modell werden diese beiden Dimensionen verknüpft (siehe Tabelle 1), so dass zwischen Annäherungs-Lernzielen, Vermeidungs-Lernzielen, Annäherungs-Leistungszielen und Vermeidungs-Leistungszielen unterschieden werden kann.

	<b>Lernziele</b>	<b>Leistungsziele</b>
<b>Annäherungsziele</b>	Annäherungs-Lernziele (mastery-approach goals) „Ich möchte das lernen.“	Annäherungs-Leistungsziele (performance-approach goals) „Andere sollen mich toll finden.“
<b>Vermeidungsziele</b>	Vermeidungs-Lernziele (mastery-avoidance goals) „Ich möchte das nicht verlernen.“	Vermeidungs-Leistungsziele (performance-avoidance goals) „Andere sollen mich nicht schlecht finden.“

Tab1: Leistungsziel-Modell von Elliot in der Übersicht

*Unterschiedliche Auslöser für Zielorientierung:* In der Motivationspsychologie geht man davon aus, dass die Art der Zielorientierung beeinflussbar ist. Lernziele werden dann verfolgt, wenn sich eine Rückmeldung auf die Kompetenz bezieht und dabei den Ist-Zustand, das Ziel und den Weg dorthin beschreibt. Eine Rückmeldung, die sich auf die Person bezieht („du bist gut/schlecht“), dürfte demgegenüber zu einer Leistungsziel-Orientierung führen („ich möchte, dass du mich gut/nicht schlecht findest“).

*Zielorientierungen und Verhalten:* In der Motivationspsychologie wird außerdem angenommen, dass Zielorientierungen mit Verhalten in Verbindung gebracht werden können. Eine Lernzielorientierung wird eher mit dauerhaftem Lernen in Verbindung gebracht als eine Orientierung an Leistungszielen.

*Fehlerkorrekturen, Noten und Zielorientierungen:* Überträgt man die Kategorien der Motivationspsychologie auf den Lehrbereich, so kann dafür argumentiert werden, dass Fehlerkorrekturen für Lernende ein Anlass sind, Lernziele zu verfolgen. Wer Lernziele verfolgt, probiert unterschiedliche Strategien aus und ist häufig beharrlich. Die Lernenden können ihre Leistung normalerweise verbessern. Eine Notengebung wird demgegenüber mit Leistungszielen in Verbindung gebracht, vor allem mit Vermeidungs-Leistungszielen. Denn Lernende deuten eine Note häufig als Rückmeldung zur Person („du bist gut/schlecht“) und nicht als Rückmeldung zur Leistung. Lernende, die Vermeidungs-Leistungsziele verfolgen („andere sollen mich nicht schlecht finden“), geben eher auf und organisieren ihren Lernprozess nicht gut. In der Motivationspsychologie wird argumentiert, dass auch mit Vermeidungs-Leistungszielen die Leistung verbessert werden kann, allerdings findet keine vertiefte Auseinandersetzung mit dem Thema statt.

*Mehrdeutige Botschaften:* Wer nun Fehlerkorrekturen in Kombination mit einer Note erhält, wird aus Sicht der Motivationspsychologie mit einer mehrdeutigen Botschaft konfrontiert: Einerseits wird eine Lernzielorientierung gefördert, andererseits werden Vermeidungs-Leistungsziele geweckt. Wie gehen Lernende mit dieser mehrdeutigen Botschaft um? Black und

Wiliam erwarten, dass Lernende vor allem die Note und weniger die Rückmeldung wahrnehmen, dass sie also eher Vermeidungs-Leistungsziele verfolgen.

*Studien:* Die Annahme, dass eine Beurteilung mit einer Note den Blick auf die Korrekturen verstellt, steht in Einklang mit den Ergebnissen empirischer Studien. Exemplarisch sei auf zwei Studien verwiesen: Ruth Butler unterschied 1988 in einer umfangreichen Untersuchung mit Schulkindern in Israel zwischen Lernzielen und Leistungszielen. Die Schlussfolgerung der Erziehungswissenschaftlerin aus ihrer Studie: Die Kombination aus Rückmeldung und Beurteilung führt dazu, dass die Schülerinnen und Schüler Leistungsziele verfolgen (und nicht Lernziele). 2013 führten Caroline Pulfrey, Céline Buchs und Fabrizio Butera eine Studie in der Schweiz durch. Die Psychologen untersuchten, wie sich die Kombination aus Rückmeldung und Note auf die Motivation von Berufsschülern im Englischunterricht auswirkte. Das Ergebnis: Die Gruppen, die zusätzlich eine Note erhielten, verfolgten besonders häufig Vermeidungs-Leistungsziele.

### Eine Studie zu Fehlerkorrekturen mit Notengebung

*Forschungsfrage und Methode:* Vor dem oben dargestellten Hintergrund führten wir eine Studie mit Studierenden aus dem Studienkolleg der Hochschule Konstanz durch. Wir wollten erheben, wie sich die Kombination von Fehlerkorrekturen und Notengebung auswirkt. Dazu verglichen wir mehrere Gruppen mit jeweils um die 70 Studierenden. Während eine Gruppe Texte zu Übungszwecken schrieb und nur die Fehlerkorrekturen erhielt (Korrektur-Gruppe), wurden die Texte einer zweiten Gruppe zusätzlich benotet (Noten-Gruppe). Die Treatments (Behandlung) der Gruppen unterschieden sich also durch die Notengebung (mit/ohne). Es gab noch eine Kontrollgruppe, die in diesem Beitrag aber nicht berücksichtigt wird. Wir nahmen indirekte Fehlerkorrekturen vor, das heißt, die Fehler wurden gekennzeichnet, aber nicht verbessert. Die Fehlerkorrekturen waren gezielt; es wurden Fehler aus zwei sprachlichen Bereichen gekennzeichnet (Morphologie und Syntax). Die Studierenden verfassten im Laufe der Studie drei Texte: einen Entwurf, eine Überarbeitung und einen neuen Text zu einem neuen Thema. Über den Ablauf der Studie informiert.

*Ergebnisse: keine Unterschiede in der Überarbeitung:* Wir berechneten den prozentualen Anteil richtiger Endungen (Morphologie) und den prozentualen Anteil richtiger Sätze (Syntax) in den drei Texten und bildeten die Durchschnittswerte für jede Gruppe. Anschließend verglichen wir, wie sich die Fehlerzahl der Korrektur-Gruppe und der Noten-Gruppe entwickelte. Zunächst betrachteten wir die Unterschiede zwischen den Entwürfen und den Überarbeitungen. Bei beiden Gruppen reduzierte sich der durchschnittliche Anteil der Fehler. Das war nicht überraschend, denn die Studierenden hatten ja indirekte Fehlerkorrekturen erhalten, die sie bei der Überarbeitung ihrer Texte berücksich-

Woche 1 Studierende verfassen einen Entwurf		
Fehlerkorrekturen?	Korrektur-Gruppe	Noten-Gruppe
	ja	ja
Woche 2 Studierende verfassen eine Überarbeitung		
Fehlerkorrekturen?	Korrektur-Gruppe	Noten-Gruppe
	ja	ja
Note?	nein	nein
Woche 3 Studierende verfassen neuen Text		
Note?	Korrektur-Gruppe	Noten-Gruppe
	nein	ja

Abb. 1: Ablauf der Studie

tigten. Die für die Untersuchung entscheidende Frage war, ob sich das Ausmaß der Fehlerreduktion zwischen den Gruppen unterschied. Dies war aber nicht der Fall (2x2 Split Plot ANOVA: Morphologie:  $F(1;143) = 0,045$ ;  $p = ,832$ . Syntax:  $F(1;125) = 2,720$ ;  $p = ,102$ ). Mit anderen Worten: Die Erwartung einer Note hatte keinen Einfluss auf die Fehlerdichte in der Überarbeitung.

**Ergebnisse: keine Unterschiede im neuen Text:** Eine Woche später verfassten die Studierenden einen neuen Text zu einem neuen Thema. Wir verglichen die durchschnittlichen Anteile der Fehler in den Entwürfen mit denjenigen in den neuen Texten. Auch hier gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Das galt sowohl für den Bereich der Morphologie ( $F(1;143) = 1,114$ ;  $p = ,293$ ) als auch für die Syntax ( $F(1;125) = 1,277$ ;  $p = ,261$ ).

**Ergebnisse der Studie:** In den Abbildungen 2 bis 5 sind die Ergebnisse der Studie visuell ablesbar. Eine steigende Linie ist ein Hinweis darauf, dass sich der Anteil der Fehler verringert (der Anteil richtiger Formen/Sätze steigt). Ist der Anstieg der Gruppen ähnlich, sind ihre Linien parallel. Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen die Ergebnisse in den Entwürfen und den Überarbeitungen. Die Studierenden reduzierten die durchschnittlichen Anteile der Fehler in den Überarbeitungen (steigende Linien). Die nahezu parallelen Linien verdeutlichen aber, dass sich die Gruppen nicht unterschiedlich entwickelten. Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen, wie sich die durchschnittlichen Anteile der Fehler zwischen den Entwürfen und den neuen Texten entwickelten: Die Linien steigen kaum, das heißt, die Sprachrichtigkeit verbesserte sich kaum. Die Linien sind zwar nicht vollständig parallel, die Abweichung ist jedoch nicht signifikant. Die Entwicklungen der Gruppen sind also ähnlich.

## Wie sind die Ergebnisse zu erklären?

In unserer Studie schrieben Studierende einen Text, sie überarbeiteten den Text und verfassten anschließend einen neuen Text. Die Gruppen erhielten unterschiedliche Treatments (mit/ ohne Note). Wir stellten fest: Die Leistungen der Gruppen unterschieden sich trotz der unterschiedlichen Treatments nicht. Die Korrektur-Gruppe (ohne Note) sollte nur beim Lernen un-

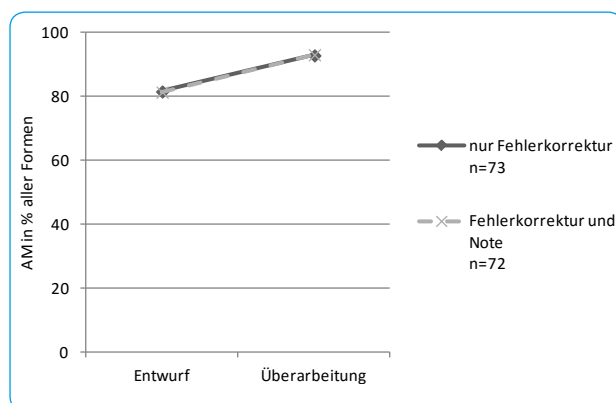


Abb. 2: Morphologie – mittlere Fehlerzahl in den Entwürfen und in den Überarbeitungen

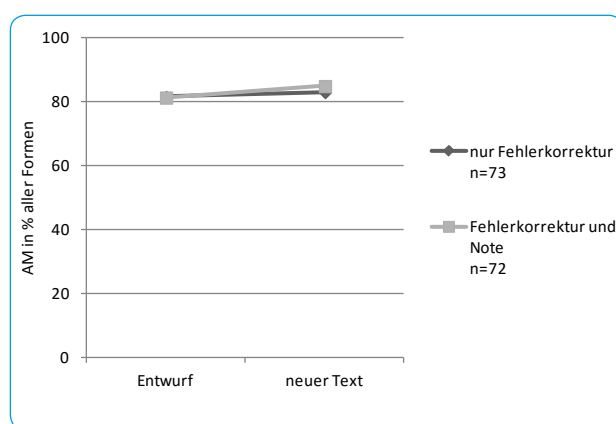


Abb. 3: Syntax – mittlere Fehlerzahl in den Entwürfen und in den Überarbeitungen

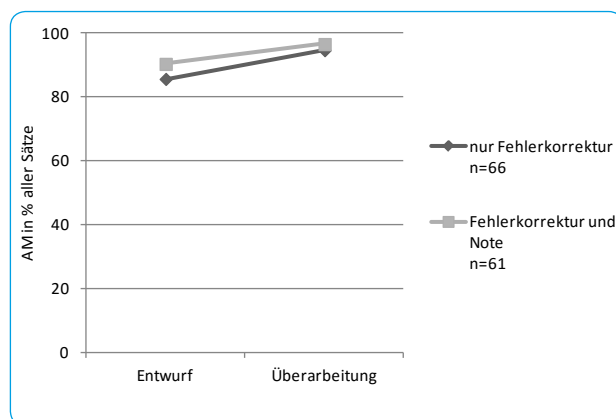


Abb. 4: Morphologie – mittlere Fehlerzahl in den Entwürfen und in den neuen Texten

terstützt werden: Fehler im Bereich der Morphologie und im Bereich der Lexik wurden gekennzeichnet. Neben den Hinweisen zum Text („das ist richtig/falsch“) gab es keine Note, die als Beurteilung der Person aufgefasst werden könnte („du bist gut/schlecht“). Es wurde erwartet, dass dieses Treatment eher zu einer Lernzielmotivation führte. In den Texten der Noten-Gruppe wurden die Fehler ebenfalls markiert, zusätzlich erhielten die Studierenden jedoch eine Note. Durch die Kombination aus



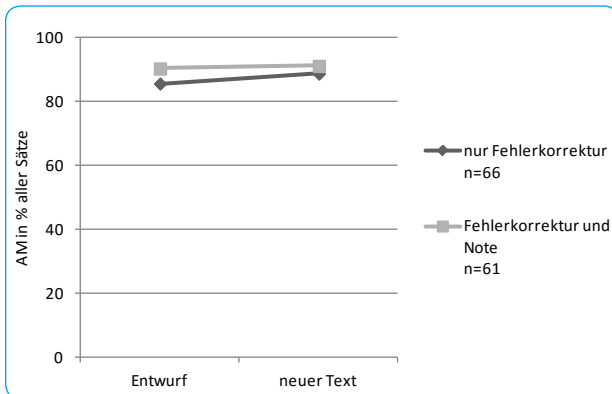


Abb. 5: Syntax – mittlere Fehlerzahl in den Entwürfen und in den neuen Texten

Rückmeldung und Note war die Botschaft weniger klar, denn die Hinweise zur Sprache wurden mit einer Beurteilung verknüpft. Wir erwarteten, dass der Note mehr Bedeutung zugemessen und dass eher eine Leistungsmotivation bzw. eine Vermeidungs-Leistungsmotivation verfolgt würde. Falls eine unterschiedliche Zielverfolgung vorlag, so schlug sich dies nicht in der Entwicklung der Fehlerdichte, d.h. im Lernerfolg nieder. Wie ist der fehlende Unterschied zwischen den Gruppen zu erklären?

*Deckeneffekte:* Bereits in den ersten Texten (den Entwürfen) war die Sprachrichtigkeit hoch. Beim Satzbau lag der durchschnittliche Anteil richtiger Sätze bereits bei 86 bzw. 90 Prozent. Eine weitere Differenzierung zwischen den Gruppen wurde möglicherweise durch Deckeneffekte, d.h. ein zu hohes Ausgangsniveau, verhindert.

*Motivation der Studierenden:* Vergleichbare Studien wurden mit Kindern und Jugendlichen durchgeführt. An unserer Studie nahmen junge Erwachsene teil, die sich im Studienkolleg auf ein Studium in Deutschland vorbereiten. Sie haben viel investiert und verspüren einen hohen Erfolgsdruck. Möglicherweise war die hohe Lernmotivation, die bei dieser Zielgruppe bereits vorhanden ist, durch die unterschiedlichen Treatments kaum zu beeinflussen.

*Annahmen der Motivationspsychologie:* Schließlich ist zu fragen, ob die Annahmen der Motivationspsychologie auf die vorliegende Fragestellung übertragen werden können. Dies betrifft zwei Punkte: Gibt es erstens tatsächlich eine Verbindung zwischen Fehlerkorrekturen und Lernzielen bzw. Noten und Vermeidungs-Lernzielen? Führt zweitens die Verfolgung von Lernzielen zu besseren Lernerfolgen als die (zusätzliche) Verfolgung von Leistungszielen? Beide Punkte wurden durch die Studie nicht geklärt. Die Ergebnisse legen nahe, dass (zumindest hinsichtlich der Studienteilnehmer) eine der beiden Fragen mit nein zu beantworten ist.

*Fazit:* Die Studie legt nahe, dass die Wirksamkeit von Fehlerkorrekturen nicht davon abhängt, ob die Leistung gleichzei-

tig benotet wird. Sicherlich spielen jedoch andere Faktoren eine Rolle: Müssen die Lernenden die Korrekturen bei Folgeaufgaben berücksichtigen? Können sie die Informationen verarbeiten? Werden die Fehler im Unterricht aufgearbeitet? Wie Lernende aus ihren eigenen Fehlern lernen können, bleibt also ein spannendes Forschungsgebiet.

### Anmerkung

Die Ergebnisse der Studien wurden bereits veröffentlicht:

- Dlaske, A.; Krekeler C. (2013). Does grading undermine feedback? The influence of grades on the effectiveness of feedback. *The Language Learning Journal*. DOI: 10.1080/09571736.2013.848226
- Dlaske, A.; Krekeler, C. (2015). Fehlerkorrektur im studienbegleitenden und -vorbereitenden Deutschunterricht. *Zeitschrift für interkulturellen Fremdsprachenunterricht* 20 (1).

Die Veröffentlichungen enthalten auch Literaturangaben, auf die in diesem Beitrag verzichtet wurde.



Siedlungswasserwirtschaft Verkehrsanlagen-Erschließung Vermessung Frei- und Naturbäder




Güthler Ingenieure GmbH  
www.guethler-ingenieure.de





GF Piping Systems

**+GF+**

# All about you

**Innovative Technologien**  
Mit intelligenten Komplettsystemen, zukunftsweisenden Produkten und Technologien für Haustechnik, Industrie und Versorgung setzt GF Piping Systems weltweit Maßstäbe in Qualität und Leistung.

[www.gfps.com](http://www.gfps.com)  
[www.xing.com/company/georgfischer](http://www.xing.com/company/georgfischer)  
[www.linkedin.com/company/georg-fischer](http://www.linkedin.com/company/georg-fischer)





**Prof. Dr. Stephan Grüninger**

Wissenschaftlicher Direktor des Konstanz Institut für Corporate Governance (KICG), Inhaber der W3 Professur für Allgemeine BWL mit Schwerpunkt Managerial Economics. Leiter des Center for Business Compliance & Integrity (CBCI), Direktor des Forum Compliance & Integrity (FCI) sowie Vorsitzender des Ausschusses „Integrity & Governance“ des Deutschen Instituts für Compliance (DICO). Von 2002 bis 2009 tätig in der Unternehmensberatung und Wirtschaftsprüfung, insbesondere in den Bereichen Anti-Fraud & Compliance Management sowie Fraud Investigation, zuletzt als Partner der Ernst & Young AG.



**Anna Wiebe**

Akademische Mitarbeiterin im Projekt Multistakeholder-Analyse am Konstanz Institut für Corporate Governance (KICG). Studium der Volkswirtschaftslehre mit dem Schwerpunkt Finanzwissenschaften und Wirtschafts- und Unternehmensethik an der Universität zu Köln. Im Anschluss wissenschaftliche Mitarbeiterin für Forschungsprojekte mit Fokus auf die konzeptionelle Gestaltung einer effizienten und nachhaltigen Logistik am Zentrum für Logistik und Verkehr (ZLV) an der Universität Duisburg-Essen.

# Multistakeholder-Analyse zur Evaluation der KICG-Anforderungen an Compliance-Management-Systeme

*Stephan Grüninger, Anna Wiebe*

Compliance hat sich in den letzten Jahren zu einem wesentlichen Bestandteil der Unternehmensführung entwickelt. Das heißt, Gesetzgeber und Gesellschaft erwarten regelkonformes sowie ethisches Verhalten und Wirtschaften von Mitarbeitern, Führungskräften und den Unternehmen im Ganzen. Dabei wird das Management zunehmend in die Pflicht genommen, für eine Reduktion und Vermeidung von Gesetzesverstößen und Fehlverhalten zu sorgen. So müssen verschiedene Compliance-Bereiche und Compliance-Maßnahmen in den Geschäfts- und Arbeitsalltag integriert und gemanagt werden, ohne dass Abläufe in den Geschäftsprozessen unnötig gestört werden. Compliance-Management-Systeme (CMS) können dabei zwar einerseits Ursache für bürokratische Kontrollen sein, aber andererseits auch so gestaltet werden, dass eine der Compliance förderliche Unternehmenskultur geschaffen werden kann, die Rechtsförmigkeit und Integrität im geschäftlichen Handeln nachhaltig fördert und damit einen wesentlichen Beitrag zum Unternehmenserfolg liefert. Die Frage ist also längst nicht mehr, ob CMS im Unternehmen eingeführt werden sollen, sondern wie diese beschaffen sein müssen, um sowohl Effektivität (wirksame Umsetzung der Compliance-Maßnahmen) als auch Effizienz (wirtschaftliche Umsetzung der Compliance-Maßnahmen) sicherstellen zu können.

Ob und in welchem Umfang ein CMS die ökonomischen und rechtlichen Anforderungen erfüllt, gilt es in dem aktuellen Forschungsprojekt „Multistakeholder-Analyse zur Evaluation der KICG-Anforderungen an Compliance-Management-Systeme – rechtliche und ökonomische Anforderungen an das Management von Organisations- und Aufsichtspflichten“ zu eruieren. Ziel ist die Verifizierung der KICG-Leitlinien 1 bis 4 aus dem Vorläuferprojekt „Empfehlungen für die Gestaltung und Beurteilung von Compliance-Management-Systemen“ (Forum berichtete ausführlich in der Ausgabe 2014). Die ermittelten Compliance-Maßnahmen für Unternehmen mit unterschiedlicher Größe und Komplexität werden dabei auf die Angemessenheit, Zumutbarkeit sowie Glaubwürdigkeit geprüft.

## 1. Abriss zum Forschungsstand – Vorarbeiten

Im Bereich Compliance & Integrity sind verschiedene relevante Gesetze, einschlägige Standards und Empfehlungen vorhanden. ISO 19600, UK Bribery Act, Deutscher Corporate Governance Kodex sowie Red Book oder A-B-C Korruptionsprävention, um nur einige zu nennen, haben alle letztendlich das Ziel, Wirtschaftsakteure zu gesetzestreuem und regelkonformem Handeln zu führen. Beabsichtigt also ein Unternehmen die wesentlichen Organisations- und Aufsichtspflichten bei der Leitung und Überwachung zu erfüllen, wie es vom Gesetz vorgeschrieben ist, so müssten das Unternehmen bzw. deren Vorgesetzte, Leiter und Verantwortliche, alle Regelwerke sichten und die Compliance-Maßnahmen herausfiltern, die auf das Profil des eigenen Unternehmens passen. Denn für die spezifische Ausgestaltung von Compliance-Maßnahmen und CMS sind für Wirtschaftsunternehmen keine konkreten rechtlichen Vorgaben vorhanden. Der Gesetzgeber räumt den Unternehmen vielmehr einen Gestaltungsspielraum ein, der jedoch zu einer erheblichen Unsicherheit bei den Unternehmen führt, ob die eingerichteten Compliance-Maßnahmen bei Auftreten von Compliance-Verstößen letztendlich von verschiedenen Stakeholdern tatsächlich als ausreichend betrachtet werden. Vor allem Staatsanwaltschaften, Gerichte, aber auch Wirtschaftsprüfer oder andere Gutachter müssen bei einer zu überprüfenden Verletzung von Organisations- und Aufsichtspflichten beurteilen, ob die Umsetzung der Compliance-Maßnahmen des Unternehmens, bezogen auf seine Größe und Komplexität der Organisation, zur Vermeidung von Compliance-Verstößen tatsächlich geeignet und angemessen war. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Frage, welche strukturellen Bedingungen, Voraussetzungen und Begebenheiten in einem Unternehmen erfüllt sein müssen, damit Compliance-Maßnahmen und -Systeme als angemessen und funktionsfähig ausgestaltet sowie wirksam umgesetzt gelten können. Antworten auf diese Fragen wurden in dem Forschungsprojekt „Leitlinien für das Management von Organisations- und Aufsichtspflichten“ gegeben. Dabei hat das Projektteam unter der Leitung von Prof. Dr. Stephan Grüninger klare Handlungsempfehlungen und Interpretationsleitlinien zu den Anforderungen an ein funktionierendes CMS für Unternehmens- und Rechtspraxis formuliert und in

einem insgesamt sechsteiligen Dokumentenpaket gebündelt.

Um diesem Dokumentenpaket seine Legitimität zu verleihen, ist es notwendig zu zeigen, dass die entstandenen KICG-Leitlinien und die darin enthaltenen Maßnahmen von unabhängigen Experten (über den Kreis der Partner des Vorprojektes hinaus – v.a. Unternehmen, Anwälte, Wirtschaftsprüfer) anerkannt werden (zusätzlich v.a. Angehörige von Justizbehörden, Politik, Verwaltung, NGOs, Wissenschaft). Insofern handelt es sich bei dem laufenden Forschungsprojekt um das Bemühen, die erarbeiteten Ergebnisse einem „Praxis-Check“ auszusetzen, um die Ergebnisse noch weiter zu verbessern und die Leitlinien mit einem höheren Grad an Verbindlichkeit auszustatten. Letzteres soll auch dazu führen, dass bislang noch zögerliche Unternehmen (v.a. aus dem sog. Mittelstand) einen höheren Anreiz haben, sich mit dem Thema Compliance Management zu befassen und eigene CMS für die spezifische Unternehmenssituation zu entwickeln.

## 2. Projektplan und -umsetzung

Durch die Förderung und Unterstützung von 11 Projektpartnern aus der Praxis ist es möglich, innerhalb der nächsten eineinhalb Jahre die genannten Projektergebnisse kritisch zu hinterfragen, zusammenzuführen und der Wirtschaftspraxis zur Verfügung zu stellen.

Die Mitwirkung der Praxispartner an der Projektgestaltung und -umsetzung sorgt zudem dafür, dass von Beginn an praxisrelevante Attribute in die Verifizierung einfließen. Ferner kann mit der Vielfalt der Partnerstruktur ein sehr differenziertes Meinungsbild eingeholt und abgebildet werden.

Das in diesem Forschungsprojekt angewandte Verfahren besteht aus umfassenden Experteninterviews, Umfragen im erweiterten Experten-Netzwerk sowie aus einem intensiven Austausch zwischen den Stakeholdern. Das heißt, die Verifizierung der KICG-Leitlinien für das Management von Organisations- und Aufsichtspflichten erfolgt in qualitativen sowie quantitativen Interviews unter der Beachtung der acht Elemente (s. Abb. 1) sowie der Besonderheiten spezifischer Anforderungen. Die acht Elemente sind in einer vergleichenden Auswertung identifiziert worden und bilden das Fundament für die nach Unternehmensgröße unterteilten KICG-Leitlinien.



Abb. 1: 8 Elemente eines funktionsfähigen Compliance Management-Systems. Quelle: KICG

Für jedes dieser Elemente wurden sowohl die Zielsetzung beschrieben, die jeweils mit dem einzelnen CMS-Element verfolgt wird, als auch spezifische Handlungsempfehlungen gegeben, mit welchen Compliance-Maßnahmen sich die zugewiesenen Funktionen der Prävention, Aufdeckung und Reaktion erfüllen lassen.

Obwohl die KICG-Leitlinien nach Unternehmensgröße differenziert wurden, ist es dennoch wichtig, darüber hinaus unternehmensspezifische Besonderheiten zu beachten. Daher widmet sich der Annex spezifischen Anforderungen und Risikotreibern bei der Ausgestaltung und Umsetzung von CMS, unabhängig von der Unternehmensgröße.

Neben der Unternehmensgröße bilden der regulatorische Rahmen und das allgemeine Geschäftsrisiko weitere einflussnehmende Faktoren auf die Compliance-Komplexität. So können sich Kontrollmaßnahmen je nach Branche unterscheiden, auch wenn die Mitarbeiterzahl gleich ist.

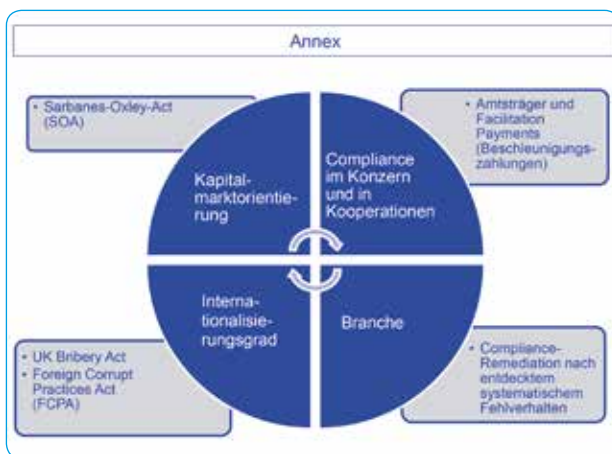


Abb. 2: Einflussnehmende Faktoren und regulatorische Rahmenbedingungen

Es stellt sich die Herausforderung, sowohl die acht Elemente als auch die Besonderheiten ausreichend bei der Verifizierung der KICG-Leitlinien zu beachten und eine angemessene Tiefe zu finden, ohne sich in Einzelheiten zu verstricken. Daher wird in der qualitativen Umfrage für jedes Element ein spezifischer Fragebogen, bestehend aus offenen und geschlossenen Fragen, entwickelt, um die Umfrage möglichst ausführlich und dennoch mit konkretem Fokus gestalten zu können. So ist es möglich, mit verschiedenen Experten einzelne Elemente zu beleuchten und durch das Kombinieren von Elementen erweiterte Interviews gezielt zu führen. Offene Fragen sind darauf ausgerichtet, einen Dialog und eine intensive Auseinandersetzung herbeizuführen. Highlight-Statements können hingegen dazu verwendet werden, Gründe für Anklang oder Ablehnung bestimmter Maßnahmen abzubilden.

Die rein quantitative Abfrage stellt sich der Herausforderung, eine aussagekräftige Stakeholdergruppe an der Verifizierung zu beteiligen. Dieser Anforderung wird entsprochen durch die Durchführung der Umfrage im erweiterten Expertenkreis. Damit sorgt die Heterogenität der befragten Stakeholder für eine verstärkte Argumentationskraft und einen breiten Wirkungsgrad. Statements hinsichtlich der Zielsetzung, Aufgaben und

Durchsetzung verschiedener Compliance-Maßnahmen kann zugestimmt oder widersprochen werden. Somit liefert die quantitative Umfrage Aufschluss über die Zustimmung bzw. Ablehnung der KICG-Leitlinien.

Beide Umfragen basieren auf der konzeptionellen Aufteilung in:

1. **Angemessenheit** – Sind die empfohlenen Compliance-Maßnahmen für die unterschiedlichen Unternehmens-Komplexitätsstufen angemessen? (Effektivität)
2. **Zumutbarkeit** – Sind die empfohlenen Compliance-Maßnahmen den Unternehmenstypen zumutbar? (Effizienz)
3. **Glaubwürdigkeit** – Werden die Erwartungen relevanter Stakeholder durch die Umsetzung der empfohlenen Compliance-Maßnahmen erfüllt?

Diese Aufteilung gibt drei Verifikationskategorien für die Auswertung der Umfrage vor, so dass nicht nur eine reine Zustimmung oder Ablehnung abgebildet, sondern darüber hinaus eine differenzierte Beurteilung deutlich wird.

### 3. Intendierte Projektergebnisse

Die Auswertung verfolgt die Identifizierung eindeutiger Aussagen bezüglich unbedingt notwendiger Anpassung, Empfehlungen von besonderer Relevanz sowie Wesentlichkeit der Compliance-Maßnahmen für die Wirksamkeit des CMS. Zudem soll die Auswertung Differenzen zwischen den Stakeholder-Experten und deren Erwartungen herausfiltern und hervorheben. Besonderes Augenmerk liegt auf den Experteninterviews, denn diese ermöglichen eine Hervorhebung von Highlight-Statements, die Abfrage zu besonders relevanten Compliance-Maßnahmen sowie die Verifikation durch heterogene und weitreichende Stakeholdergruppen.

Beabsichtige Projektergebnisse:

#### 1. Bestätigung der KICG-Leitlinien 1-4 in den drei Kriterien

Angemessenheit	• Die empfohlenen Compliance-Maßnahmen sind für die Unternehmenstypen (CCL) angemessen.
Zumutbarkeit	• Die empfohlenen Compliance-Maßnahmen sind für die Unternehmenstypen angemessen.
Glaubwürdigkeit	• Die Erwartungen relevanter Stakeholder werden durch die Umsetzung der empfohlenen Compliance-Maßnahmen erfüllt.

Abb. 3: Anforderungen an Compliance-Maßnahmen

Zustimmung und Ablehnung der rein quantitativen Umfrage geben Aufschluss darüber, als wie geeignet und praxistauglich die empfohlenen Compliance-Maßnahmen eingestuft werden. Ob die Erwartungen relevanter Stakeholder erfüllt werden und somit eine Glaubwürdigkeit geschaffen werden kann, wird durch die mögliche Abweichung der Antworten verschiedener Stakeholder



sichtbar. Sollte es Abweichungen bei den offenen Interviewfragen geben, müssen Anpassungen an den KICG-Leitlinien eruiert werden. Über offene Interviewfragen sollen dann die notwendigen Anpassungen zur Verbesserung der KICG-Leitlinien analysiert werden.

## 2. Transfer zwischen Wissenschaft und Praxis

Neue Überlegungen in der Wissenschaft werden im direkten Austausch mit den Praxispartnern diskutiert und in intensiven Auseinandersetzungen erweitert.

Dabei werden Impulse aus der Praxis direkt in den wissenschaftlichen Ausarbeitungen berücksichtigt und entsprechend beachtet. Neben Publikationen der Projektergebnisse sollen diese außerdem für einen erweiterten Netzwerkkreis zugänglich gemacht werden. Die bereits aus dem abgeschlossenen Projekt zum Download bereit stehenden Dokumente (Guidance, L1-4, Annex) werden ergänzt und um die neuen Ergebnisse vervollständigt. Durch den Transfer wird die Debatte hinsichtlich rechtlicher und ökonomischer Anforderungen an Compliance-Management-Systeme mitgestaltet und -bestimmt.

## 3. Proof of Concept

Durch die gemeinsame Erarbeitung von Lösungswegen können die Projektergebnisse über einen längeren Zeitraum nutzbar bleiben, ggf. erforderliche Anpassungen und Änderungen erfahren und im Idealfall zu einer verbindlichen Umsetzung oder Anwendung führen. Das interdisziplinäre Forschungsprojekt bildet damit eine Brücke zwischen der Entwicklung der KICG-Leitlinien und der angestrebten Verbreitung und Anwendung in der Praxis.

Aufgrund des hohen Interesses der Öffentlichkeit an den Leitfäden ist eine Verifizierung dieses Dokumentenpakets ein notwendiger Schritt, der einen aktiven Dialog mit verschiedenen Stakeholdern voraussetzt. Das Forschungsprojekt kann somit einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von Unsicherheiten bei der Beurteilung eines CMS auf Angemessenheit und Effizienz leisten.

Weitere Informationen und die Texte der Leitlinien sind zu finden auf <http://www.htwg-konstanz.de/Download.6965.0.html>



Abb. 4: Machbarkeitsprüfung



**Prof. Dr. Michael C. Hadamitzky**  
lehrt seit April 2000 Logistik,  
Einkauf, Produktion und Supply  
Chain Management in den  
Fakultäten Wirtschafts-, Kultur-  
und Rechtswissenschaften sowie  
Maschinenbau. Zuvor Unterneh-  
mensberater bei A. T. Kearney im  
Global Automotive Core. Promo-  
tion an den Universitäten Passau  
und TU München zum Thema  
„Analyse und Erfolgsbeurteilung  
logistischer Reorganisationen“. Im  
Sommersemester Forschungsse-  
mester am Forschungsinstitut für  
Unternehmensführung, Logistik  
und Produktion bei Univ.-Prof. Dr.  
Dr. h. c. mult. Horst Wildemann  
an der Technischen Universität  
München. Initiator und Moderator  
des Weblogs „www.vcm-blog.com –  
Wie Wissen Wert schafft!“

# Automobile Wertschöpfung und Unternehmenserfolg

Michael Hadamitzky

## Wertschöpfungsfaktor Automobilproduktion

Die Automobilproduktion zählt weltweit zu den bedeutendsten Industrien. Sie ist seit mehr als 100 Jahren Garant für individuelle Mobilität, Wohlstand und Innovation. Gegenwärtig werden bei einem installierten Gesamtvolumen von mehr als einer Milliarde Fahrzeuge über den Globus verteilt jährlich 75 Mio. Fahrzeuge produziert (vgl. Shell/Prognos, 2014, S. 11); etwa ein Fünftel davon von deutschen Herstellern. Fast jedes Land der Welt verfügt über eine automobilen Wertschöpfung, sei es als Produktionsstandort oder als Basis für Automobilzulieferungen.

Zur systematischen Analyse bietet sich eine Differenzierung nach volkswirtschaftlichen und betriebswirtschaftlich-technologischen Kriterien an. Der Ursprung der volkswirtschaftlichen Begriffsfundierung geht auf Trenche Cox zurück, der im Jahre 1790 Wertschöpfung definiert als „value of production in the economy minus the cost of bought-in materials and services“ (vgl. Haller, 1997, S. 77ff.). Wertschöpfung wird allgemein als Maßstab für den Beitrag einer Branche zur gesamtwirtschaftlichen Leistung verstanden. Sie ergibt sich aus der Summe der im Produktionsprozess erzeugten Waren und Leistungen abzüglich des Wertes der aus anderen Unternehmen im In- und Ausland bezogenen Vorleistungen (vgl. Legler/Rammer et. al., 2009, S. 10). In Deutschland erwirtschafteten die Automobilhersteller und ihre Zulieferer im Jahr 2012 eine Bruttowertschöpfung von 78,2 Mrd. €, was einer Steigerung gegenüber 2008 von 32 % entspricht (Statista 2015). Damit nimmt die Automobilindustrie eine Spitzenposition vor dem Maschinenbau in der industriellen Wertschöpfung ein. Ihre Rolle als weltweit einmalige Schlüsselindustrie beruht auf der engen räumlichen, technologischen und ökonomischen Vernetzung von Fahrzeugherstellern, Zulieferern, Entwicklungsdienstleistern, Logistikunternehmen, Ausrüstern des Anlagen- und Maschinenbaus sowie universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen.

Wie bedeutend die Automobilwirtschaft für Beschäftigung, Innovation und Wachstum ist, lässt sich anhand folgender Aspekte veranschaulichen.

In der Bundesrepublik Deutschland ist nahezu jeder siebte Arbeitsplatz direkt oder indirekt von der Automobilindustrie abhängig. Jeder vierte FuE-Mitarbeiter der deutschen Wirtschaft arbeitet für die Automobilwirtschaft. (vgl. VDA, 2014, S.17). Insgesamt beschäftigen die Fahrzeughersteller und ihre Zulieferer rund 760.000 Menschen. Im Jahre 2013 wurde ein Umsatzvo-

lumen von über 362 Mrd. Euro. generiert, wobei sich die Erlöse mit 283 Mrd. Euro auf die Hersteller und knapp 70 Mrd. auf die Betriebe der Kfz-Teile-Industrie aufteilen (vgl. VDA, 2014, S. 16). Zwar befindet sich unter den Top 10 absatzstärksten Automobilproduzenten mit dem Volkswagen-Konzern lediglich ein deutscher Hersteller, berücksichtigt man aber zusätzlich die LKW-Produktion, die von Daimler Trucks angeführt wird, und vor allem die Zulieferindustrie, in der bei den fünf bedeutendsten Unternehmen mit Continental/Schaeffler, Bosch sowie ZF Friedrichshafen/TRW gleich drei deutsche Zulieferanten vertreten sind, dann wird die Spitzenstellung ersichtlich.

Darüber hinaus zeichnet sich die Automobilwirtschaft mit ihren Ausstrahlungseffekten auf andere Branchen durch einen hohen Innovationsgrad aus, was sich in einem Gesamtvolumen für Forschungs- und Entwicklungsleistungen von fast 25 Mrd. Euro widerspiegelt (vgl. VDA, 2014, S.17). Bei den Patentanmeldungen sind unter den zehn aktivsten Unternehmen fast ausschließlich Automobilhersteller und Automobilzulieferer vertreten. Auf die Intensität des technologischen Wandels weist Daimler-Chef Dieter Zetsche hin, wenn er feststellt: „Wir müssen das Auto neu erfinden.“ Dies gilt gleichermaßen für das Produkt, aber insbesondere für die Wertschöpfungsstruktur, also für die Frage, auf welche Art und Weise in Zukunft Autos entwickelt, produziert und genutzt werden.

Die Globalisierung von Umsatzwachstum und Kostenstrukturen ist in kaum einer Branche so stark ausgeprägt wie in der deutschen Automobilindustrie. Seit 2010 werden in ausländischen Fabriken mehr Automobile und deren Komponenten produziert als im Inland. Von den etwa drei Mio. Neuzulassungen pro Jahr stammen 1,3 Mio. Fahrzeuge aus inländischer Produktion. Mehr als drei Viertel des Gesamtvolumens gehen in den Export (vgl. Shell/Prognos, 2014, S. 11).

### **Merkmale der automobilen Wertschöpfungskette**

Der Wertschöpfungsanteil an der gesamten Produktion ist in der Automobilindustrie vergleichsweise stark ausgeprägt. Die Vernetzung zwischen Herstellern, Komponenten-, System- und Logistiklieferanten sowie mit Zulieferern aus anderen Industrie- und Dienstleistungszweigen zeichnet sich durch einen hohen unternehmensübergreifenden Integrationsgrad auf. Gleichwohl



Abb. 1: Automobile Wertschöpfungskette

ist die Wertschöpfung durch eine zunehmende Arbeitsteilung und Spezialisierung gekennzeichnet. Dies ist einerseits den unterschiedlichen Märkten geschuldet, andererseits aber auch auf die Fokussierung der technologischen Kompetenzen zurückzuführen. Strategisch wird durch die verstärkte internationale Arbeitsteilung die Zielsetzung verfolgt, komparative Kostenvorteile zu erreichen, Währungsrisiken abzufedern und nachhaltiges Umsatzwachstum sicherzustellen.

Die automobile Wertschöpfungskette umfasst den gesamten Leistungserstellungsprozess von den Rohstofflieferanten, den Komponenten-, Baugruppen-, Modul-, Logistik- und Entwicklungslieferanten, über die Automobilproduzenten (OEMs), den Automobilhandel und Vertrieb, die Anbieter von Finanz- und Versicherungsleistungen, die Service- und Wartungsunternehmen, die Mobilitäts- und Flottendienstleister bis hin zum Endkunden. Es kann aus Sicht der Hersteller zwischen Upstream- und Downstream-Aktivitäten unterschieden werden (vgl. Abbildung 1).

Upstream wird die Wertkette durch die Effizienz des Lieferantennetzwerks bestimmt. Dabei zeigt sich, dass die Wertschöpfung der Lieferanten über den gesamten Produktentwicklungs- und -herstellungsprozess sukzessive zunimmt, wohingegen die Anzahl der Unternehmen abnimmt (vgl. Berylls, 2015, S. 24). Wesentliche Produktinnovationen werden in der Zulieferindustrie sowie von Engineering Dienstleistern vorangetrieben. Mithin wird diagnostiziert, dass die modulspezifische Wertschöpfung für Fahrwerk, Antriebsstrang, Interior und Elektrik/Elektronik seitens der Produzenten auf unter 20 Prozent sinkt und deren Eigenleistungskompetenz vor allem in der Fahrzeugmontage und selektiv in der Entwicklung von Modulen liegt (vgl. Mercer/Fraunhofer, 2004, S. 35 ff.).

Die Wertschöpfungsstruktur der Fahrzeughersteller hat sich in den letzten Jahrzehnten sehr stark verändert. Neben einer Reduzierung der direkten Wertschöpfung durch Outsourcing und Offshoring von Produktions-, Logistik- und Entwicklungsprozessen ist eine Verlagerung von direkten auf indirekte Wertschöpfungsaktivitäten bis hin zur bewussten Fokussierung auf Design, Marketing, Branding, Finanzierung und Kundenservice zu konstatieren. Als für den Wettbewerb entscheidender Wertschöpfungsfaktor wird vor allem die Systemkompetenz der Fahrzeughersteller zur Koordination und Steuerung arbeitsteiliger Prozesse angesehen.

Durch die Ausweitung der vertikalen Integration in Richtung Downstream-Aktivitäten wird die Zielsetzung verfolgt, bessere Margen zu erzielen, die Kundenbindung zu stärken sowie neue Geschäftsfelder zu erschließen. Allerdings treffen traditionelle Hersteller verstärkt auf neue Wettbewerber, die mit anderen und vor allem digitalen Geschäftsmodellen die Spielregeln der Branche und das Kundenbeziehungsmanagement verändern. Beispiele hierfür sind elektronische Vertriebsplattformen wie [www.autoscout24.de](http://www.autoscout24.de) oder [www.mobile.de](http://www.mobile.de), Google mit webbasierten Serviceangeboten bis hin zu Google Driverless Car sowie Uber mit neuartigen Fahrdienstleistungen.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen lässt sich festhalten, dass die traditionellen Hersteller zunehmend in eine Wertschöpfungsfalle geraten. Zum einen nimmt der Einfluss der Zulieferer auf die Wertschöpfung immer stärker zu. Gleichzeitig verschieben sich die Anteile direkter Wertschöpfung in Richtung indirekte Funktionsbereiche. Zum anderen entstehen komplett neue Wettbewerber, die mit entsprechenden Service-Angeboten an den vergleichsweise lukrativeren Downstream-Aktivitäten partizipieren wollen. Wie schnell es gelingen kann einen neuen Spieler im Wettbewerb zu etablieren, hat Tesla Motors eindrucksvoll nachgewiesen. Gegründet im Jahre 2003 zeichnet sich der Anbieter von reinen Elektrofahrzeugen durch einen spezifischen Wertschöpfungsverbund aus Fahrzeugfertigung, Eigenproduktion von Lithium-Ionen-Batterien sowie leistungsfähigen Zulieferanten aus. Das eigentlich Innovative bei Tesla ist jedoch die Konsequenz in der strategischen Ausrichtung auf zukunftsweisende Technologien bis hin zum Aufbau eines Netzwerks an Ladestationen.



Abb. 2: Entwicklung der Wertschöpfungstiefe

## Wertschöpfungstiefe aus Sicht der Betriebswirtschaftslehre

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht beschreibt die Wertschöpfungstiefe den Eigenleistungsanteil an der produzierten Gesamtleistung eines Unternehmens. Gemessen wird die Wertschöpfungstiefe durch das Verhältnis der Wertschöpfung zur Gesamtleistung:

$$WT = \frac{WS}{GL} * 100 \text{ (in Prozent)}$$

wobei:

WT = Wertschöpfungstiefe

WS = Wertschöpfung

GL = Gesamtleistung

Es gilt: je höher die Kennzahl WT, desto geringer ist der Fremdleistungsanteil an der Gesamtleistung. Zur Vermessung der Wertschöpfung werden in der Literatur mehrere Methoden vorgeschlagen (vgl. Krcal, 2007, S. 5ff). Um den Erfordernissen einer empirischen Analyse Rechnung zu tragen, wird ein auf Daten der Gewinn- und Verlustrechnung basierendes Verfahren gewählt. Dieses folgt der Entstehungsrechnung und ist in Abbildung 2 dargestellt.

Folgt man der Logik des gewählten Ansatzes, dann kann die Wertschöpfung eines Unternehmens zunehmen, wenn der Umsatz und damit die Gesamtleistung aufgrund von Qualitätsverbesserungen oder Preiserhöhungen steigt (vgl. Krcal, 2007, S. 9f.) oder Maßnahmen zum Bestandsaufbau ergriffen werden. Insbesondere nimmt die Wertschöpfung zu, wenn die Vorleistungen der Lieferanten zurückgehen. Hier lassen sich folgende Fälle unterscheiden:

- 1) Wandel von Fremd- in Eigenleistung oder Durchführung von Insourcing-Maßnahmen
- 2) Erzielung von Materialkostenreduzierungen etwa durch Offshoring, Low Cost Country Sourcing oder Produktivitätssteigerungen seitens der Lieferanten
- 3) Senkung der zugelieferten Produktkosten durch Maßnahmen der Produktgestaltung oder durch Einführung neuer Produkt- und Prozesstechnologien

Umgekehrt sinkt die Wertschöpfung, wenn der Umsatz und damit die Gesamtleistung zurückgeht oder die Vorleistungen der Zulieferanten zunehmen, etwa durch Outsourcing oder durch Materialkostensteigerungen. Festzuhalten ist auch der Fall, dass auf einer Metaebene die Materialquote tendenziell zunehmen kann, wenn im Wertschöpfungsverbund der Produktivitätsfortschritt der internen Produktion größer ist als die Produktivitätssteigerungen der externen Lieferanten.

Im Rahmen der durchgeführten Analysen hat sich für die betrachteten Unternehmen der in Abbildung 3 angeführte Verlauf ergeben. Dieser veranschaulicht, dass die durchschnittliche Wertschöpfungstiefe für alle Unternehmen in den Jahren 2000-

Die Wertschöpfung berechnet sich als Differenz aus Gesamtleistung (Produktionswert) und den bezogenen Vorleistungen

Messkonzept zur Bestimmung der Wertschöpfung						
Erhebungsmethode:			Rechnungslegungsnorm:			
Subtraktive Entstehungsrechnung			§ 275 Abs. 1 HGB		IFRS	
			GKV (§ 275 Abs. 2 HGB)	UKV (§ 275 Abs. 3 HGB)	GKV	UKV
Leistungs- output: Eigenleistung		Umsatzerlöse	1		IAS 1.82a	
	±	Erhöhung/Verminderung des Bestandes an fertigen und unfertigen Erzeugnissen	2	Veränderung Aktiva D 12	IAS 1.102	Veränderung der gemäß IAS 2.34 i.V.m. IAS 2.35 anzugebenden Buchwerte der Vorräte
	+	andere aktivierte Eigenleistungen	3			
	=	Gesamtleistung (Produktionswert)				
Leistungsinput: Vorleistung	-	Aufwendungen für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe und für bezogene Waren (Materialaufwand)	5a	Angabepflicht im Anhang gemäß § 285 Nr. 8a HGB	IAS 1.102	Ohne Regelung
	-	Aufwendungen für bezogene Leistungen	5b		Ohne Regelung	
	-	Abschreibungen auf Sachanlagen und sonstige immaterielle Vermögenswerte	7a	Der Bilanz zu entnehmen	IAS 38. 118e (vi) IAS 16.73e (vii)	Posten fehlt bei Anwendung des UKV
	=	Wertschöpfung (Netto-Wertschöpfung)				

Abb. 3: Messkonzept zur Bestimmung der Wertschöpfung

2013 zurückgegangen ist. Bei den Automobilproduzenten hat sich die Wertschöpfungsquote im Durchschnitt nochmals von 35,7 % auf 30 % reduziert. Dieses Ergebnis bestätigt die vorherrschende Meinungslage und hat zur Folge, dass die durch die Hersteller zu steuernde externe Wertschöpfung weiterhin anwächst. Weitaus interessanter ist die Beobachtung, dass die durchschnittliche Wertschöpfungsquote in der Zulieferindustrie ebenfalls leicht abgenommen (2000: 46,1 %; 2013: 45,4 %) hat. Ein Erklärungsansatz hierfür könnte sein, dass vor allem größere Zulieferanten eine ähnliche Strategie verfolgen wie die Hersteller und ihre Eigenleistungsumfänge ebenfalls auf niedrigere Wertschöpfungsstufen verlagern. Allerdings ist aus der Analyse auch ersichtlich, dass die Zulieferer ab dem Jahre 2009 ihren Eigenleistungsanteil moderat erhöht haben. Welche Konsequenzen sich aus dieser differenzierteren Betrachtung auf den Unternehmenserfolg ergeben, soll in einem gesonderten Beitrag diskutiert werden.

## Literatur

Berylls Strategy Advisors (2015): Berylls Studie „Top 100 Automobilzulieferer 2014“, München 2015

Coenenberg Adolf G./Haller, Axel /Schultze, Wolfgang (2014): Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse, 23., überarbeitete Auflage, Stuttgart 2014

Haller, Axel (1997): Wertschöpfungsrechnung: Ein Instrument zur Steigerung der Aussagefähigkeit von Unternehmensabschlüssen im internationalen Kontext, Stuttgart 1997

Krcal, Hans-Christian (2007): Strategische Implikationen einer geringen Fertigungstiefe für die Automobilindustrie, Discussion Paper Series 456, Heidelberg 2007

Koch, Walter J. (2006): Zur Wertschöpfungstiefe von Unternehmen: Die strategische Logik der Integration, Wiesbaden 2006

Legler, Harald/Rammer, Christian et. al. (2009): Die Bedeutung der Automobilindustrie für die deutsche Volkswirtschaft im europäischen Kontext, Endbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Projekt Nr. 29/08), Hannover/Mannheim 2009

Mercer Management Consulting/Fraunhofer Institut Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)/Fraunhofer Institut Materialfluss und Logistik (IML) (2004): FAST 2015 - Future Automotive Industry FAST Structure 2015: Struktureller Wandel, Konsequenzen und Handlungsfelder für die Automobilentwicklung und -produktion, o.O. 2004

Schmid, Stefan/Grosche, Philipp (2008): Managing the International Value Chain in the Automotive Industry: Strategy, Structure, and Culture, Gütersloh 2008

Shell/Prognos AG (Hrsg.) (2014): Shell PKW-Szenarien bis 2040: Fakten, Trends und Perspektiven für Auto-Mobilität, Hamburg 2014

statista.com/statistik/daten/studie/290075/umfrage/bruttowertschoepfung-der-deutschen-automobilindustrie/Zugriff 10.07.2015

VDA - Verband der Automobilindustrie e. V. (2014): Jahresbericht 2014, Berlin 2014





**Lisa Schöttl**

Studium der Politik- und Verwaltungswissenschaft (B.A.) an der Universität Konstanz. Anschließend Berufstätigkeit als Consultant bei einer Unternehmensberatung. Studium in Angewandte Ethik (M.A.) an der Friedrich-Schiller-Universität Jena mit dem Schwerpunkt Wirtschaftsethik, Research Scholar in Berkeley. Seit 2013 akademische Mitarbeiterin am Konstanzer Institut für Corporate Governance (KICG), Promotion zum Thema „Integrity Management“ bei Prof. Dr. Josef Wieland (Zeppelin Universität) und Prof. Dr. Stephan Grüninger (HTWG Konstanz).

# The Concept of Moral Integrity and its Implications for Business

Lisa Schöttl

## 1. Introduction

Regarding moral concerns in the business sphere, integrity is often mentioned as one of the core values that guides the behavior of companies. Daimler for instance states: „Acting with integrity is the central requirement for sustainable success and a maxim that Daimler follows in its worldwide business practices.“<sup>1</sup> Reference to integrity is mostly supposed to signal that the company acts morally responsibly. Although some companies specify what acting with integrity means for them, it generally remains unclear what the concept of integrity entails – both broadly speaking and referring to business. This conceptual gap shall be filled by developing a concept of integrity that can be transferred to the business context. For this purpose, the main criteria that constitute moral integrity will be discussed before reflecting on how these could be integrated into a practical and comprehensive concept of corporate integrity.

## 2. Meaning of Integrity

Regarding individual integrity, a common distinction of the term integrity is often drawn between personal and moral integrity.<sup>2</sup> Personal integrity refers to an individual being committed to personal values and principles whereas moral integrity describes adherence to moral values and principles.<sup>3</sup> Obviously both understandings can overlap since one's personal values can also be moral ones. But for moral integrity, personal integrity is considered as a prerequisite.<sup>4</sup> Since the use of integrity in the business area refers to a moral understanding of the term, the following analysis aims to give an account of moral integrity of individuals which shall be the basis of corporate integrity. For this purpose a nominal definition is sought based on an extensive literature review which takes into account the common usage of the term.

According to existing literature the most common meanings of integrity are the following: wholeness, consistency, identity, honesty and moral commitment (see table 1).

One of the oldest meanings of integrity refers to its etymology. Integrity stems from the Latin word „integritas“ which means wholeness or unity.<sup>5</sup> This suggests that for achieving integrity, something has to be whole and undivided. In the academic discussion this position is called „integrated-self view“<sup>6</sup> and means that „integrity is a matter of persons integrating various parts of

	Wholeness	Consistency	Identity	Honesty	Moral Commitment
<b>Audi/Murphy (2006)</b>	X		X		X
<b>Bauman (2011)</b>		X	X		X
<b>Becker (1998)</b>				X	X
<b>Calhoun (1995)</b>	X		X		X
<b>Carter (1996)</b>		X			X
<b>Cox et al. (2013)</b>	X		X		X
<b>DeGeorge (2010)</b>		X			X
<b>Halfon (1989)</b>		X			X
<b>Kaptein/Wempe (2002)</b>	X	X	X		X
<b>McFall (1987)</b>		X			X
<b>Paine (1997)</b>		X		X	X
<b>Scherkoske (2013)</b>		X	X	X	X
<b>Vandekerckhove (2010)</b>		X			X

Table 1: Common understandings of integrity in existing literature

their personality into a harmonious, intact whole.<sup>7</sup> While this can mean that a person should not generally contradict herself in her commitments, the „integrated-self view“ cannot include being without conflict, because „without conflict of commitments, values and desires there can be no integrity or question concerning integrity.“<sup>8</sup> Thus integrity as wholeness in itself cannot explain sufficiently what acting with integrity means. Another understanding of integrity also related to its etymology deals with the feature of consistency. According to McFall consistency can be classified into three categories.<sup>9</sup> Firstly, consistency can refer to the different principles and values of an agent which have to be unambiguous. Secondly, it can be understood as acting consistently according to certain principles which one has defined beforehand. Such consistency is especially required in situations of adversity which is where integrity reaches its highest form. Thirdly, according to McFall consistency requires that the behavior of an agent is actually based on the particular values and does not result from any other motivation – a requirement that is hard to control. In practice, the most common and realizable understanding is the second one, consistency between words and deeds over time and when facing adversity, which is thus a necessary requirement for integrity. The two dimensions of wholeness and consistency can therefore be integrated analytically into this one criterion for a practical understanding of integrity.

Another important and often mentioned feature of integrity is the identity of a person, since moral integrity is also considered to require personal integrity. Many authors therefore demand

that integrity means „standing for something“<sup>10</sup>. According to this „identity view of integrity“<sup>11</sup>, one has to have „identity-conferring commitments“<sup>12</sup> to be able to act with integrity, hence commitments which are of fundamental importance to the self-concept of the agent. This account is closely related to the demand for honesty in the integrity debate which indicates that a person’s commitments and actions should reflect who she is and what she stands for.<sup>13</sup> These two demands, having identity-conferring commitments and thereby being honest to oneself, are of fundamental importance for integrity and can easily be combined, but nevertheless they do not necessarily lead to acting with moral integrity since the personal commitments could be immoral. A substantial moral requirement is thus necessary for a moral account of integrity.

In large parts of literature on integrity, the concept is depicted as a moral one. This typically means that a moral commitment is deemed as a prerequisite for having integrity, hence a self-imposed binding commitment to moral values and principles which guide the agent’s actions. Halfon e. g. states: „A person of moral integrity will characteristically be committed to a ‘right’ action, ‘desirable’ ideal, or ‘just’ principle.“<sup>14</sup> Regarding the criteria to judge what is morally right, many refer to objective standards: „[...] integrity is speaking and acting in accordance with values that are morally justified on an objectivist basis.“<sup>15</sup> Such a requirement is necessary, because the idea of moral integrity could otherwise also be ascribed to tyrants or the Mafia. There is no consensus on what this objective moral standard could be

since the concept of integrity itself is compatible with a range of „objective“ moral approaches, such as social contract theory or discourse ethics. But regardless of which moral theory might be ascribed to an agent, a moral minimum must always be met in order to achieve integrity in the common usage of the term. As with the aforementioned understandings of integrity, integrity understood as „moral commitment“ is not sufficient for a comprehensive account due to the fact that integrity includes more than „merely“ acting in conformity with morality. „Acting with integrity extends beyond satisfying the bare moral minimum; it involves acting in accordance with moral norms willingly, knowingly, purposefully, and because one is in command of one's action.“<sup>16</sup>

The short analysis of these five dimensions of individual integrity shows that different criteria have to be combined in order to fully grasp the concept of moral integrity. The most important requirements for a practical understanding can be summed up and specified in three concrete criteria. These shall be ordered in a way that reflects the typical order when striving for integrity.

- Moral Commitment
- Identity-conferring commitments  
(Identity and Honesty)
- Acting according to the commitments  
(Wholeness and Consistency)

First and foremost a person of integrity needs to be committed to moral principles and values that satisfy a moral minimal standard. This commitment must be self-imposed and binding. Above that, the person has to be clear about her own commitments that have to go beyond satisfying the moral minimum and honestly reflect what the person holds important. At last, acting in accordance with those commitments over time and when facing opposition is central to acting with integrity.

### 3. Integrity in Business

The above presented concept of individual integrity can basically also be applied to companies since the same demands generally hold true for collective agents.<sup>17</sup> Nevertheless applying it to the business context leads to a range of questions which have to be addressed. Firstly, the question arises what a company has to do to be morally committed and particularly what an adequate minimal standard could look like. This is an especially challenging question for a multinational company that operates in diverse cultural settings. Secondly, how can a company know what constitutes its identity and how can it ensure that all its employees stand behind this identity which is necessary for maintaining it. Thirdly and most importantly: What does it mean for a company to act with integrity? Corporate integrity cannot mean that all company members act according to their own values and principles, but that they consider the corporate values and principles in their actions. However corporate integ-

riety does not only include integrity in the organization, but also integrity of the organization which concerns the processes and structures a company is formed of.<sup>18</sup> For the business context the concept therefore will need to be supplemented by certain criteria that do justice to the practical challenges companies face when striving for integrity.

### Footnotes

[1] Daimler: *Integrity and Compliance*. Retrieved from [www.daimler.com/dai/iac](http://www.daimler.com/dai/iac) (2015, June 10).

[2] Cf. u. a. McFall 1987, pp. 17ff; van Luijk 2004, p. 39; Vandekerckhove 2007, p. 156.

[3] van Luijk 2004, p. 39.

[4] McFall 1987, p. 16.

[5] Cf. u. a. van Luijk 2004, p. 39; Audi & Murphy 2006, p. 8; Maak & Ulrich 2007, p. 4; Bauman 2013, p. 415.

[6] Cf. Cox, La Caze & Levine 2003, pp. 18ff; Scherkoske 2013, p. 10.

[7] Cox, La Caze & Levine 2013.

[8] Cox et al. 2003, pp. 19f.

[9] McFall 1987, pp. 7f.

[10] Calhoun 1995.

[11] Cf. Cox et al. 2013.

[12] McFall 1987, p. 13.

[13] Cf. u. a. Audi & Murphy 2006, p. 7; Bauman 2013, p. 414; Becker 1998, p. 155; Scherkoske 2013, p. 7.

[14] Halfon 1989, p. 31.

[15] Vandekerckhove 2010.

[16] De George 2010, pp. 6f.

[17] Cf. Kennedy-Glans & Schulz 2005, p. 1; Verhezen 2008, p. 136; De George 2010, p. 194.

[18] Cf. Vandekerckhove 2010; Wieland 2014, p. 26.

## List of Literature

- Audi, R. & Murphy, P. E. (2006). *The Many Faces of Integrity*. *Business Ethics Quarterly*, 16(1), 3–21.
- Bauman, D. C. (2011). *Integrity, Identity, and Why Moral Exemplars Do What Is Right*. Saint Louis, Missouri.
- Bauman, D. C. (2013). *Leadership and the three faces of integrity*. *Leadership Quarterly*, 24, 414–426.
- Becker, T. (1998). *Integrity in organizations: beyond honesty and conscientiousness*. *Academy of Management Review*, 23, 154–161.
- Calhoun, C. (1995). *Standing for Something*. *The Journal of Philosophy*, 92(5), 235–260.
- Carter, S. L. (1996). *Integrity*. New York: BasicBooks.
- Cox, D., La Caze, M. & Levine, M. P. (2003). *Integrity and the fragile self*. Aldershot, Hants : Ashgate.
- Cox, D., La Caze, M. & Levine, M. (2013). *Integrity*. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, from plato.stanford.edu/archives/fall2013/entries/integrity/.
- De George, R. T. (2010). *Competing with Integrity in International Business*. New York: Oxford University Press.
- Halfon, M. S. (1989). *Integrity: A Philosophical Inquiry*. Philadelphia: Temple University Press.
- Kaptein, M. & Wempe, J. (2002). *The Balanced Company: A Theory of Corporate Integrity*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Maak, T. & Ulrich, P. (2007). *Integre Unternehmensführung: Ethisches Orientierungswissen für die Wirtschaftspraxis*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- McFall, L. (1987). *Integrity*. *Ethics*, 98(1), 5–20.
- Paine, L. S. (1997). *Integrity*. In P. H. Werhane & R. E. Freeman (Eds.), *The Blackwell Encyclopedia of Management* Cambridge, Oxford: Blackwell, 335–337.
- Scherkoske, G. (2013). *Integrity and the Virtues of Reason: Leading a Convincing Life*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Vandekerckhove, W. (2007). *Integrity: Talking the Walk Instead of Walking the Talk*. In C. Carter (Ed.), *Business Ethics as Practice. Representation, Reflexivity and Performance* Cheltenham, UK, Northampton, MA: Edward Elgar, 153–168.
- Vandekerckhove, W. (2010). *On the Notion of Organisational Integrity*. *Philosophy of Management*, 9(1), 123–134.
- van Luijk, H. (2004). *Integrity in the Private, the Public, and Corporate Domain*. In G. G. Brenkert (Ed.), *Corporate Integrity and Accountability* London: Sage Publications, 38–54.
- Wieland, J. (2014). *Integritäts- und Compliance-Management als Corporate Governance – Konzeptionelle Grundlagen und Erfolgsfaktoren*. In J. Wieland, R. Steinmeyer & S. Grüninger (Eds.), *Handbuch Compliance-Management* (2nd ed.). Berlin: Erich Schmidt Verlag, 15–40.



**Prof. Dr. Thomas Stark**

ist Professor für Energieeffizientes Bauen an der Fakultät Architektur und Gestaltung und leitet gemeinsam mit Prof. Dr. Sippel das Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz.



**Prof. Dr. Maike Sippel**

ist Professorin für Nachhaltige Ökonomie an der Fakultät Bauingenieurwesen und leitet gemeinsam mit Prof. Dr. Stark das Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz.



**Julia Weisser**

ist als wissenschaftliche Mitarbeiterin der Fakultät Bauingenieurwesen im Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz tätig und Ansprechpartnerin für das Forschungsprojekt.



**Sven Simon**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fakultät Architektur und Gestaltung im Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz.



**Markus Szaguhn**

ist Masterstudent an der Fakultät Maschinenbau und Tutor im Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz.

# Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz

*Thomas Stark, Maike Sippel, Julia Weisser, Sven Simon, Markus Szaguhn*

Der Artikel befasst sich mit dem Hintergrund und den ersten Ergebnissen des Forschungsprojektes „Kompetenzzentrum Energiewende Konstanz: Servicestelle zum Auf- und Ausbau“ an der HTWG Konstanz, gefördert durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg im Rahmen der Förderlinie „Stärkung des Beitrags der Wissenschaft für eine Nachhaltige Entwicklung“.

## Warum Energiewende?

Die Energiewende soll unseren Wohlstand entkoppeln vom Verbrauch fossiler (und atomarer) Energieträger. Damit verfolgt die Energiewende mehrere Ziele:

(1) Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs und der Ausbau erneuerbarer Energien generieren zusätzliche, lokale Wertschöpfung – dem steht ein Einsparpotenzial von über 1.000 Euro pro Bundesbürger gegenüber, die aktuell noch jedes Jahr ins Ausland fließen für den Import fossiler Energieträger (Statista 2015).

(2) Das an fossilen/atomaren Energieträgern arme Deutschland macht sich (auch außenpolitisch) unabhängig(er) von Energieimporten aus Regionen wie dem Nahen Osten oder Russland – und kann gegenüber dem seit Jahrzehnten beobachtbaren Trend steigender Energiepreise stabile Energiepreise erreichen.

(3) Die Energiewende ist der zentrale Beitrag zum Klimaschutz: Nur eine massive Reduzierung der hauptsächlich aus der Verbrennung fossiler Energieträger stammenden CO<sub>2</sub>-Emissionen kann die Erderwärmung von bisher 0,8 °C seit 1850 bremsen. Ohne Klimaschutz gehen Klimawissenschaftler von einem Temperaturanstieg um 2 bis 7 °C aus (zum Vergleich: vor ca. 15.000 Jahren fand Ende der letzten Eiszeit die letzte große globale Erwärmung mit den bekannten Folgen statt – mit einem globalen Temperaturanstieg von ~5 °C verteilt über 5.000 Jahre) (IPCC 2013, Rahmstorf 2007). Deutschland gilt weltweit als Pilotvorhaben für die Energiewende – und international wird mit großem Interesse beobachtet, ob dieses Modell gelingt.

Konkret hat die Deutsche Bundesregierung 2010 die Energiewende beschlossen. Angestrebt wird eine Vielzahl an Maßnahmen, darunter Energiesparen z.B. im Gebäudebestand, Steigerung der Energieeffizienz und Maßnahmen zur Verhaltensanpassung der Verbraucher, Aus-/Umbau von Stromübertragungsnetzen, Ausbau und Integration erneuerbarer Energien sowie Entwicklung von Speichertechnologien (BMW/BMU



2010). Mit dem zuletzt 2011 beschlossenen Atomausstieg bis 2022 vergrößert sich die Herausforderung, die entstehende Bereitstellungslücke CO<sub>2</sub>-neutral zu füllen. Die Landesregierung Baden-Württemberg will Baden-Württemberg zur „führenden Energie- und Klimaschutzregion“ machen und zielt bis 2050 auf eine Halbierung des Energieverbrauchs gegenüber 2010 und eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien an der Energieerzeugung auf 80 %. Daraus soll bis 2050 eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 90 % gegenüber 1990 resultieren (LR BW 2014).

### **Die Bedeutung der regionalen Ebene**

Die Energiewende erfordert Umstellungen im Energiesystem von der zentralen Erzeugung in großen Kraftwerken und Verteilung hin zu einer dezentralen Erzeugung in vielen mittleren und kleinen, lokal verorteten Erzeugungseinheiten (BMWi/BMU 2010). Auf der Verbrauchsseite spielen Energieeffizienzmaßnahmen, Energieeinsparungen und ein dem Angebot angepasstes Nutzerverhalten eine wichtige Rolle (BMWi 2011). Das Gelingen der Energiewende ist nicht zuletzt abhängig von der Akzeptanz in der lokalen Bevölkerung, z. B. für notwendige Baumaßnahmen im Bereich der Erzeugungsanlagen, des Netzausbaus und der Energiespeicherung. Diese Herausforderungen lassen sich auf unterschiedlichen Maßstäben lösen, wie sich am Beispiel der technischen Frage zur Stromspeicherung der fluktuierenden Erzeuger zeigen lässt. Hier führt ein extrem dezentraler Ansatz zu sehr vielen kleinen Speichern auf Gebäudeebene, was im Hinblick auf die Stoffströme und die Wirtschaftlichkeit im großen Stil fragwürdig ist. Der radikal andere Ansatz einer zentralen Speicherlösung erfordert wiederum den Ausbau leistungsstarker Netze, um die gewaltigen Energieströme bewältigen zu können. Hier kristallisiert sich der regionale Maßstab als zielführende Betrachtungsebene heraus, in der sowohl Erzeugungspotenzial und Verbraucher als auch die zu organisierenden Energieströme und Speicherbedarfe in einem günstigen Verhältnis stehen. Für die Themen Netze und Erzeugung bietet die regionale Größenordnung ebenfalls einen günstigen Bearbeitungsmaßstab.

#### **„Das Gelingen der Energiewende benötigt die Akzeptanz durch die lokale Bevölkerung“**

Zudem bildet die Region neben der erforderlichen Größe für ökonomisch realisierbare technische Systeme eine ideale Schnittstelle zu der ebenso bedeutsamen Wahrnehmungs- und Handlungsebene der relevanten Akteure, vom einzelnen Bürger und von zivilgesellschaftlichen Organisationen über kommunal Verantwortliche bis zu Unternehmen. Mit der Region fühlt man sich verbunden, was zu einem wichtigen Verantwortungsbewusstsein und einer Bereitschaft zur aktiven Teilnahme in der Bevölkerung führt. Die Definition der „Region“ kann dabei unterschiedlich sein: Je nach Situation können kommunale Verbünde, politische Landkreise oder auch Ländergrenzen überschreitende, geografisch begründete Flächen die sinnvollste Größe sein. Als

Anhaltspunkt kann hierbei dienen, im Idealfall innerhalb der Region ein ausgewogenes Verhältnis von Energiebedarf und Erzeugungspotenzial anzustreben. Im Projekt Kompetenzzentrum Energiewende Konstanz wurde die Ebene des Landkreises als zur Stärkung des regionalen Beitrags als zielführend zugrunde gelegt.

### **Vernetzung – Das Kompetenzzentrum Energiewende**

Der Wandel der Energieversorgung bringt eine hohe Komplexität mit sich, die nur durch die Betrachtung der größeren Zusammenhänge erfasst werden kann. Nicht einzelne Probleme mit einer linearen Logik sind zu lösen, sondern die Wechselwirkungen aller Einflussfaktoren sind zu berücksichtigen – um mit der Lösung eines Problems nicht zwei weitere zu erschaffen. Das Zusammentreffen, der Austausch und eine mögliche Zusammenarbeit der unterschiedlichen beteiligten Akteure tragen wesentlich dazu bei, die Energiewende möglichst ganzheitlich zu betrachten und mit sinnvollen Dynamiken voranzubringen. Aus diesem Grund wurde das Kompetenzzentrum Energiewende Region Konstanz gegründet. Unter den Partnern des Kompetenzzentrums befinden sich zum Herbst 2015 29 Akteure, darunter Unternehmen, Stadtwerke, Kommunen, soziale und Umweltschutzorganisationen, Energiegenossenschaften sowie Bildungs- und Forschungsinstitutionen. Die Vernetzung dieser unterschiedlichen Akteure ist ein wichtiges Anliegen des Kompetenzzentrums. Die Partner, die sich z.T. erst über das Kompetenzzentrum kennengelernt haben, stehen in gezieltem Austausch miteinander und treiben gemeinsame Themen und Projekte voran. Für die Dynamik und Abstimmung besondere Bedeutung haben dabei die regelmäßig alle sechs Monate an der HTWG stattfindenden Partnertreffen, an dem die Partner zusammenkommen, um sich über aktuelle Entwicklungen auszutauschen und neue Projektideen vorzustellen und zu diskutieren. Als nicht zu verachtender Nebeneffekt bringt das Wissen darum, dass die Bemühungen mit vielen Anderen in eine Richtung laufen, den Gemeinschaftscharakter und die Kraft der Bewegung „Energiewende“ ins Bewusstsein.

#### **„Regelmäßiger Austausch und Wissenstransfer unter den Partnern“**

Koordiniert und organisiert werden die Veranstaltungen vom Projektleitungsteam an der HTWG. Wichtige Bestandteile der Zusammentreffen sind dabei:

- Berichte aus aktuellen Projekten
- Diskussion über aktuelle Entwicklungen und Handlungsbedarf in der Region
- Vorstellung neuer Vorhaben und Gewinnung weiterer Akteure für die Idee

Der Wissenstransfer zwischen der Hochschule und den regionalen Akteuren der Energiewende aus der Praxis unterstützt dabei zusätzlich beide Seiten. So hilft die wissenschaftliche Betrachtung der aktuellen Situation in der Region, den größeren

Überblick zu erfassen (s. „Monitor Energiewende“ im folgenden Abschnitt dieses Artikels). Die Erfahrungen aus der Praxis sind wiederum hilfreich bei der wissenschaftlich unterstützten Suche nach umsetzbaren, zur Region passenden Lösungsansätzen.

Für die Studierenden der HTWG erschließen sich durch den Partnerkreis neue Möglichkeiten mit den Akteuren zu kooperieren, z.B. durch Abschlussarbeiten, Praktika oder Werkstudentenstellen. Durch das regelmäßige Angebot der vom Kompetenzzentrum organisierten „Exkursion Energiewende Region Konstanz“ werden Bausteine der Energiewende konkret vor Ort erfahrbar. Mit Unterstützung der Partner werden dabei interessante Einblicke gewährt, die im theoretischen Studium nicht in dieser Form vermittelt werden können.

Insgesamt trägt das Projekt dazu bei, das Thema Energiewende und erneuerbare Energien an der Hochschule und in der Region zu stärken und die Kompetenzen in diesem Bereich zu bündeln.

### **Der Monitor Energiewende**

Die Ziele der Energiewende sind klar definiert. Eines der wichtigsten ist die Begrenzung des Klimawandels auf eine Erwärmung von maximal 2° Celsius. Dies bedeutet, dass der Ausstoß von sogenannten Treibhausgasen (THG) in allen Wirtschaftsbereichen sowie im privaten Konsum reduziert werden muss. Die Landesregierung Baden-Württemberg hat deshalb im Jahr 2014 einen detaillierten Plan für Klimaschutz und Energiewende in Baden-Württemberg vorgelegt, der für die Entwicklung bis zum Jahr 2050 konkrete Etappenziele definiert. Erreicht werden können diese Ziele nur, wenn die einzelnen Landkreise und Kommunen ihren jeweiligen Beitrag dazu leisten. Zur Erhöhung der Transparenz soll ein regelmäßiges Monitoring dazu beitragen, den aktuellen Stand festzustellen und geeignete Stellschrauben zu identifizieren, um etwaige Defizite beheben zu können.

Mit dem Monitor Energiewende 2015 Region Konstanz wurde erstmals untersucht, ob die erforderlichen Daten für ein solches Monitoring im Landkreis Konstanz überhaupt verfügbar sind. Festzustellen ist, dass die Datengrundlage auf der Ebene der Landkreise noch große Lücken aufweist, nicht zuletzt, da die öffentliche Verfügbarkeit der erforderlichen Daten teilweise erheblich eingeschränkt ist. Dies betrifft beispielsweise die Daten zur Gebäudebeheizungsstruktur, zur Gebäudesanierungsquote und zum aktuellen Energieverbrauch der Privathaushalte. Unbekannt sind bisher auch noch der Heizenergiebedarf von Gebäuden im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD) sowie der Energieverbrauch des Bahnfernverkehrs. Die für den Monitor Energiewende 2015 verfügbaren und verwendeten Daten beziehen sich auf das Jahr 2012.

Anhand der zugänglichen Daten konnte berechnet werden, wie sich der Stand der Energiewende im Landkreis Konstanz im Vergleich zu den Entwicklungszielen des Landes darstellt. Für ein jährliches Monitoring, das Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von Maßnahmen in den verschiedenen Handlungsfeldern zulässt, reicht die Datengrundlage bisher jedoch noch nicht aus.

Die Verbesserung der Datengrundlage ist daher ein wichtiges Ziel für die zukünftige Arbeit des Kompetenzzentrums.

### **Analyse des Endenergieverbrauchs**

Der berechnete Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz liegt bei rund 5,5 TWh im Jahr 2012. Pro Einwohner entspricht dies rund 20.200 kWh. Eingeflossen sind dabei die bekannten Daten zu Privathaushalten, Industrie und Verkehr. Unbekannt sind der Brennstoffbedarf (v. a. für Wärme) des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD) und der Endenergiebedarf des Bahnfernverkehrs. Ausgehend vom Anteil der Gewerbeflächen im Landkreis und den Durchschnittsverbrauchswerten des Bundes sowie des Landes Baden-Württemberg wird dieser zusätzliche, unbekannte Energiebedarf auf ca. rund 3.600 kWh pro Einwohner geschätzt, wovon nur rund 3 Prozent auf den Bahnverkehr entfallen dürften. Beide Werte sind jedoch mit einiger Unsicherheit behaftet. Relativ sicher ist dagegen, dass der Anteil des GHD-Sektors fast vollständig mit fossilen Energien gedeckt wird, da beispielsweise keine größeren regenerativen Nahwärmeprojekte in diesem Zusammenhang bekannt sind. Folglich wird der tatsächliche Endenergieverbrauch des Landkreises Konstanz auf ca. 24.000 kWh pro Person und Jahr geschätzt. Damit liegt er um rund 20 Prozent unter dem Bundesdurchschnitt.

Den größten Anteil am bekannten Endenergieverbrauch decken, wie in Abbildung 1 zu sehen, die fossilen Energieträger. Erdölprodukte leisten mit rund 44 Prozent den größten Beitrag, gefolgt vom Erdgas mit knapp einem Drittel. Der restliche Energiebedarf wird fast vollständig mit Strom gedeckt, der im deutschen Strommix zu rund 25 Prozent aus erneuerbaren Quellen stammt. Im Landkreis werden etwa 17 Prozent des Strombedarfs regenerativ erzeugt (Stand 2012, vgl. DGS 2015). Nur einen kleinen Anteil an der Wärmeversorgung decken bisher erneuerbare Energiequellen wie Biomasse und Solarthermie.

Wie sich der Endenergieverbrauch bis 2050 entwickeln müsste, wenn die Ziele der Landesregierung erreicht werden sollen, ist in Abbildung 2 dargestellt. So soll sich der Verbrauch halbieren, während sich das Verhältnis von fossilen zu erneuerbaren Energiequellen praktisch umkehren muss. Um dies zu erreichen, wäre eine Verfünffachung der Energiebereitstellung aus lokalen, erneuerbaren Quellen erforderlich. Berücksichtigt man den geschätzten Bedarf von GHD und Bahn, wäre sogar eine Versechsfachung der regenerativen Energiegewinnung im Landkreis erforderlich.

### **Analyse der Quellen von CO<sub>2</sub>-Emissionen**

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) sieht bei einer Weltbevölkerung von sieben Milliarden Menschen einen Wert von 2,7 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Person als maximale Obergrenze an, wenn die globale Erwärmung auf maximal zwei Grad Celsius begrenzt werden soll (vgl. WBGU 2009). Bei einer auf neun Milliarden angewachsenen Weltbevölkerung würde dieses Budget auf 2,1 Tonnen pro Person und Jahr sinken.

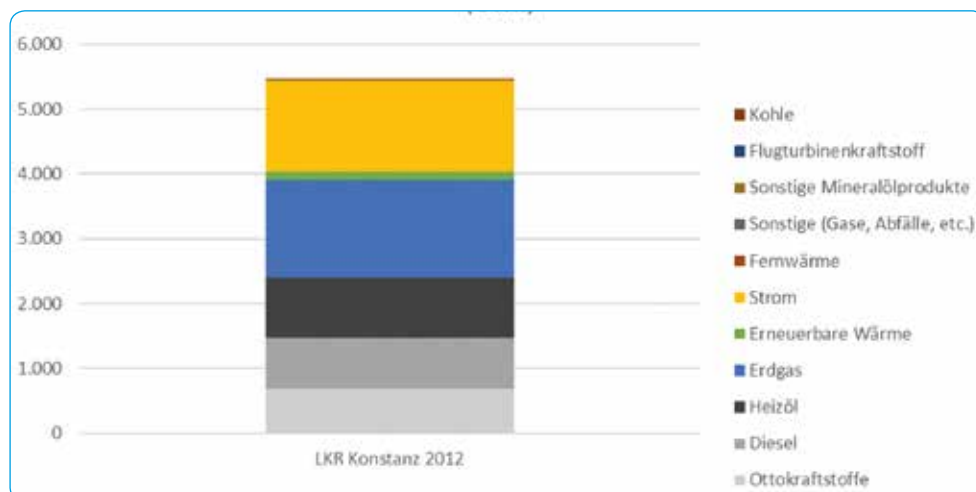


Abb. 1: Endenergieverbrauch im Landkreis Konstanz 2012 (GWh). Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, AG Energiebilanzen; eigene Berechnungen

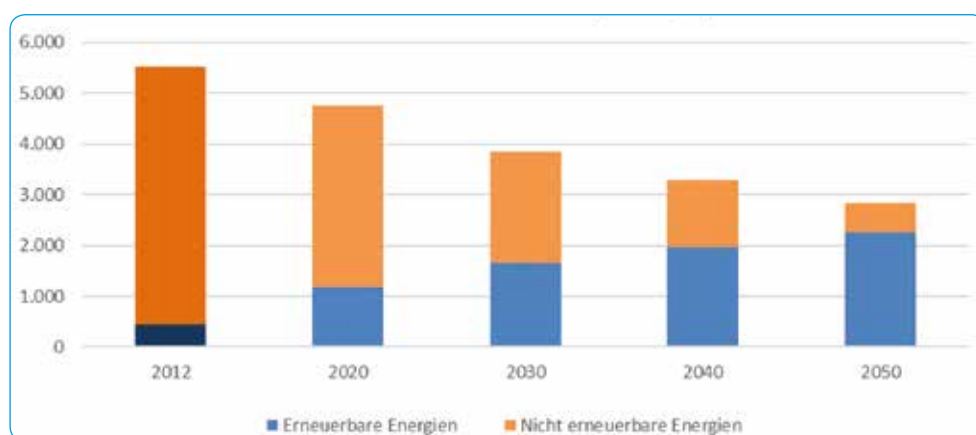


Abb. 2: Stand des bekannten Endenergieverbrauchs im Landkreis Konstanz 2012 und Ziele der Landesregierung im Vergleich im Landkreis Konstanz bis 2050 (GWh/a). Quelle: LR BW (2014) – IEKK; Berechnungen des Kompetenzzentrums Energiewende Region Konstanz 2014

Im Landkreis Konstanz lagen die anhand der bekannten Daten berechneten energiebedingten Emissionen im Erhebungsjahr 2012 bei 6,9 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Einwohner (siehe Abbildung 3). Hinzu kommen die noch unbekannten Emissionen von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Bahnverkehr, die auf einen Wert zwischen 0,8 und 1,2 t CO<sub>2</sub> pro Einwohner geschätzt werden, wovon mindestens 90 % auf den Wärmebedarf des Sektors GHD entfallen dürften. Somit ergeben sich im Landkreis Konstanz geschätzte Emissionen von rund acht Tonnen CO<sub>2</sub> pro Einwohner. Nicht berücksichtigt sind dabei die durch den Konsum von Importwaren oder bei Fernreisen entstehenden Emissionen, die durch Bewohner des Landkreises außerhalb des Landkreises verursacht werden. Ebenfalls nicht enthalten sind die Emissionen aus Land- und Forstwirtschaft. Somit liegt der Landkreis allein aufgrund seiner energiebedingten THG-Emissionen beim Dreifachen des mit dem Zwei-Grad-Ziel vereinbaren Wertes von 2,7 Tonnen pro Person und Jahr. Gemessen an den Zielen der Landesregierung müsste der energiebedingte CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis zum Jahr 2020 bereits auf einen Wert zwischen 4,7 und 5,5 Tonnen

pro Einwohner gesenkt werden. Ohne eine erhebliche Intensivierung der Bemühungen wird dieses Ziel nicht zu erreichen sein. Bis 2050 müssten die Emissionen deutlich unter eine Tonne pro Einwohner gesenkt werden, wenn das Ziel einer 90 prozentigen Reduktion gegenüber 1990 erreicht werden soll.

### Entwicklung des Anteils an Erneuerbaren Energien

Der Anteil der erneuerbaren Energien (EEG-Anlagen) lag im Landkreis Konstanz im Jahr 2012 bei rund 17 Prozent des Strombedarfs. Damit blieb der Landkreis rund acht Prozentpunkte hinter dem bundesweiten Durchschnitt zurück. Die Erzeugung regenerativer Energien des Landkreises erreichte mit rund 900 kWh/Einwohner nur 55 Prozent des deutschen Durchschnitts. Der Anteil der lokal erzeugten erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch (incl. Wärme und Treibstoffe) belief sich auf rund sieben Prozent, womit der Landkreis ebenfalls deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von 12,2 Prozent lag. Um das Ziel der Landesregierung dennoch zu erreichen, müssten zwischen

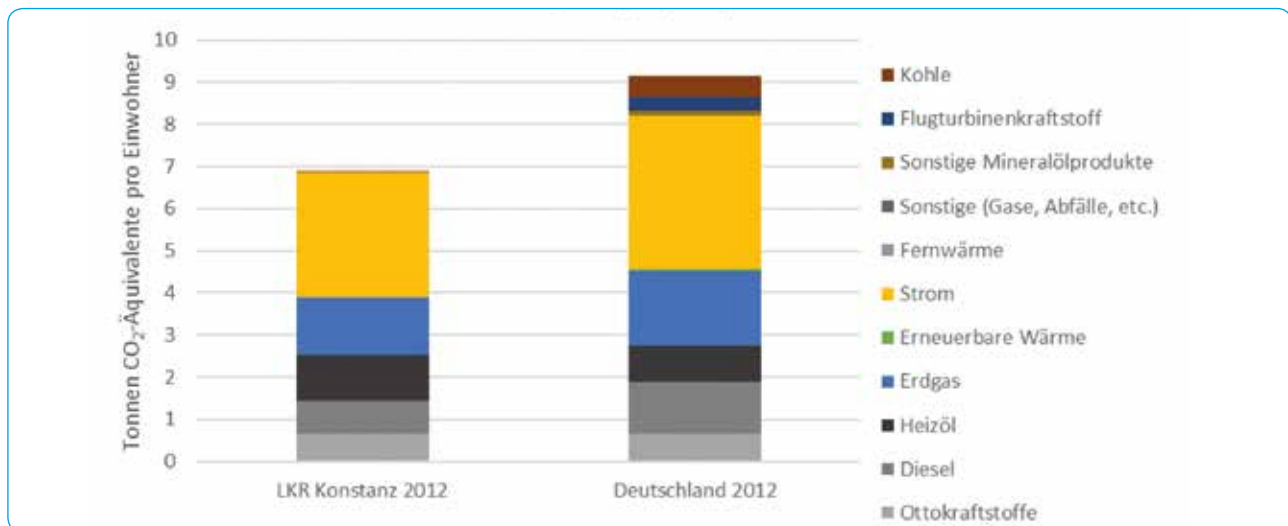


Abb. 3: Energiebedingte Treibhausgasemissionen im Landkreis Konstanz pro Einwohner 2012 im Vergleich (tCO<sub>2</sub>-Äg/Ea). Quellen: AGEb 2014; ST BW 2014, eigene Berechnungen

2012 und 2020 jährlich rund 2,3 Prozent Zuwachs (bezogen auf den Stand 2012) erzielt werden. Tatsächlich wurde bei der nach EEG vergüteten Stromerzeugung seither, also zwischen 2012 und 2015, jedoch nur ein Zuwachs von rund 1,7 Prozent (bezogen auf den Stand 2012) erzielt (Vgl. DGS 2015).

Betrachtet man die regenerative Energiebereitstellung aus lokalen Quellen im Landkreis pro Einwohner (vgl. Abbildung 4), so fällt im Vergleich zum deutschen Durchschnitt auf, dass zwar ungefähr die gleiche Menge an Strom aus Biomasse wie im Bund gewonnen wird, die Wärmegewinnung aus Biomasse dagegen deutlich hinter dem Bundesdurchschnitt zurückbleibt. Durch einen Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung im Bereich der Bioenergie könnte dieses Verhältnis deutlich verbessert werden. Bemerkbar macht sich im Vergleich außerdem recht deutlich, dass im Landkreis bisher noch keine Windenergienutzung stattfindet. Ein leichtes Plus gegenüber dem Bundesdurchschnitt verzeichnet der Landkreis lediglich im Bereich der Stromerzeugung aus Photovoltaik.

### Zielsetzungen in den Bereichen Energieeinsparung und Effizienz

Auch in den Bereichen der Energieeffizienz und Energieeinsparung müssen noch größere Anstrengungen unternommen werden, um die Ziele der Landesregierung bis 2020 zu erreichen. Dabei gilt es, den absoluten Energieverbrauch des Landkreises und den Energieverbrauch pro Person zu unterscheiden. So ist beispielsweise der absolute Endenergiebedarf für die Gebäudebeheizung zwischen 2009 und 2012 nahezu konstant geblieben. Ursächlich dafür sind vor allem das Bevölkerungswachstum und die Zuwächse der pro Einwohner genutzten Wohnfläche. Pro Person wären dagegen relativ hohe Einsparungen durch Effizienzsteigerungen möglich gewesen, wenn die pro Person genutzte Wohnfläche nicht kontinuierlich anwachsen würde. So sank der Energiebedarf pro Quadratmeter Wohnfläche um rund ein

Sechstel. Der Wohnflächenzuwachs pro Person kompensierte im Landkreis Konstanz jedoch rund zwei Drittel dieser Effizienzsteigerungen. Hält der Zuwachs der pro Person genutzten Wohnfläche auf diesem Niveau an, werden die Einsparungsziele nicht zu erreichen sein.

Im Verkehrssektor sind der Energieverbrauch und die absoluten Emissionen des Landkreises aufgrund des Bevölkerungswachstums und der steigenden Fahrleistung in den untersuchten Jahren 2010 bis 2012 ebenfalls nahezu konstant geblieben. Pro Person haben die CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1990 in 22 Jahren zwar um ca. 12 Prozent abgenommen. In den verbleibenden acht Jahren bis 2020 müsste jedoch das Doppelte an jährlicher Einsparung erzielt werden, um das Ziel von 25 Prozent Reduktion nicht zu verfehlen.

Im Sektor Industrie / Produzierendes Gewerbe ist weder beim absoluten Verbrauch noch beim Verbrauch pro Person ein Trend zu einer Energiebedarfssenkung zu erkennen. Zu berücksichtigen ist bei dieser Betrachtung, dass der Energieverbrauch dieses Sektors konjunkturell bedingten Schwankungen unterliegt. So ist der absolute Endenergiebedarf in diesem Sektor zwischen 2003 und 2012 trotz eines zwischenzeitlichen Rückgangs während der Wirtschafts- und Finanzkrise um fünf Prozent gestiegen. Bezogen auf die Zahl der Erwerbstätigen in diesem Sektor ist der Energieverbrauch pro Person sogar um rund 12 Prozent gestiegen.

### Fazit zum Monitor Energiewende

Um die Ziele der Landesregierung zu erreichen, muss der Zubau der erneuerbaren Energien deutlich beschleunigt werden. Hier wurde bis 2012 nur etwas mehr als die Hälfte der erforderlichen Energieproduktion erreicht. Zudem ist eine erhebliche Reduktion des Endenergieverbrauchs auf allen Sektoren erforderlich. Dazu muss auch das Fortschritts-tempo in den Bereichen Verkehr und Gebäudeeffizienz ungefähr verdoppelt werden. Mitentscheidend über den Erfolg der Energiewende im Landkreis

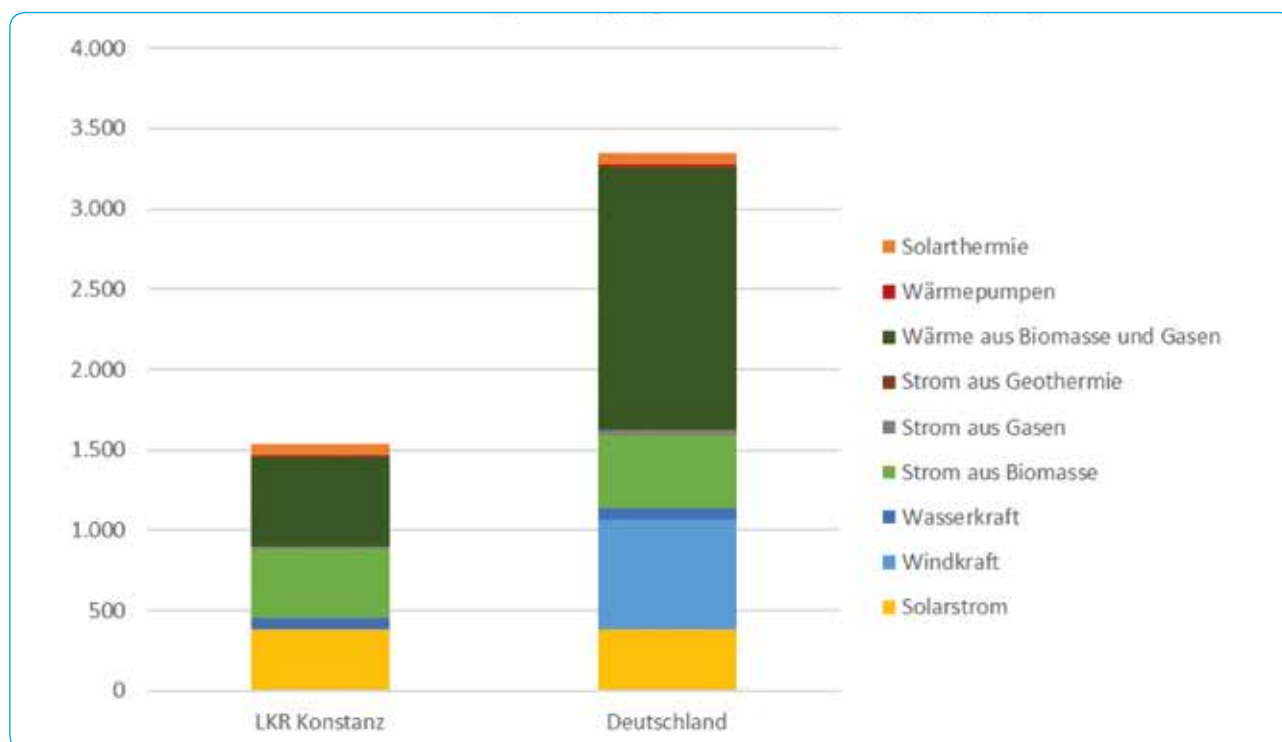


Abb. 4: Erzeugung erneuerbarer Energie pro Einwohner im Landkreis Konstanz und in Deutschland 2012. Quellen: DGS 2014; AEE 213; STL BW 2014; AGE 2014; Solarbundesliga 2014

wird außerdem sein, ob der Zuwachs der beheizten Wohnfläche pro Person minimiert werden kann, da dieser rund zwei Drittel der Effizienzsteigerungen im Gebäudesektor kompensiert.

### Ausblick und Forschungsbedarf

Im Hinblick auf den Monitor Energiewende soll in der Weiterentwicklung eine detailliertere Betrachtung der einzelnen Sektoren mit Blick auf die Handlungsfelder Konsistenz, Effizienz und Suffizienz erfolgen. Auf diese Weise sollen geeignete Indikatoren für das künftige Monitoring und mögliche Stellschrauben identifiziert werden. Darüber hinaus lässt sich bereits aus den Ergebnissen des ersten Monitors weiterer Forschungsbedarf in verschiedensten Fachbereichen ableiten. Zum Beispiel müssen

die Erhebung und die Zugänglichkeit relevanter Daten verbessert werden, ohne die ein regelmäßiges Monitoring wichtiger Indikatoren nicht möglich ist. Als wichtige Daten sind hier im Gebäudesektor beispielsweise die Beheizungsstruktur, die Sanierungsquote, die Sanierungsqualität oder die Import-Exportbilanz von fossilen und regenerativen Energieträgern (z. B. Holz) zu nennen. Eine Herausforderung ist dabei nicht nur die Organisation der regelmäßigen Datenerhebung selbst, sondern auch die Gewährleistung des notwendigen Datenschutzes. Weiterer Forschungsbedarf besteht auch im Bereich der Erhebung von Konsumgütern-, Waren- und Stoffströmen innerhalb von Landkreisen und zwischen den Landkreisen. Bisher ist das Ausmaß von Konsum und Warenverkehr ebenso wenig abzubilden

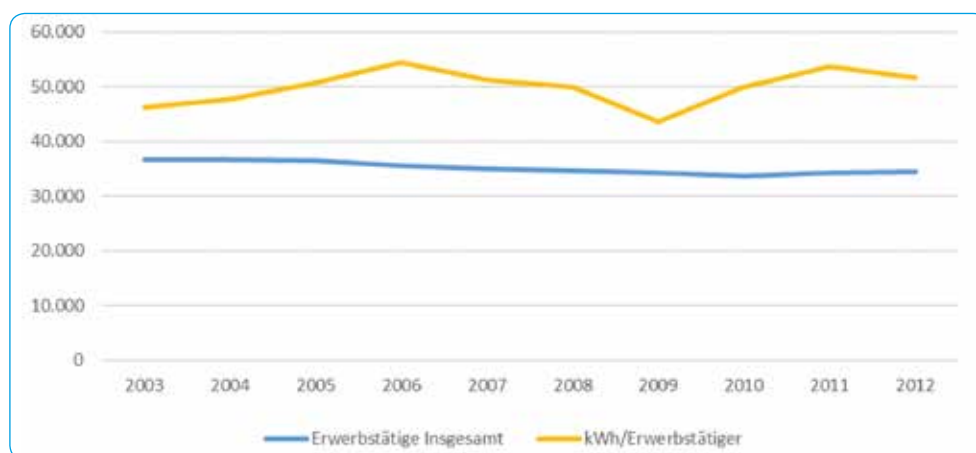


Abb. 5: Erwerbstätige und Energieverbrauch pro erwerbstätiger Person im Sektor Industrie/Verarbeitendes Gewerbe. Quelle: STL BW 2015



Jahr	Ziele der Landesregierung (LR)			Landkreis Konstanz		Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen in t/Einwohner
	CO <sub>2</sub> -Emissionen in Prozent	Anteil Erneuerbare Energien	Endenergieverbrauch	Energiebedingte Emissionen in t	Einwohner*	
1990	100 %			ca. 1.500.000	246.059	ca.6,0
LKR KN 2012		7 %	100 %	> 1.866.900	270.568	6,9 – 8,0
Ziel LR 2020	75 %	25 %	84 %	1.303.300	280.273	4,7 – 5,5
Ziel LR 2050	10 %	80 %	50 %	173.100	279.144	0,6
* Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2014: Bevölkerungsvorausrechnung mit Wanderungen bis 2030						

Tab. 1: Die Ziele der Landesregierung (LR) und ihre Bedeutung für den Landkreis Konstanz.

wie ihre ökologischen und sozialen Auswirkungen. Andere Forschungsthemen könnten die Möglichkeiten zur Minimierung des Pro-Kopf-Wohnflächenzuwachses (Architektur/Städtebau/Stadtplanung) oder zur Finanzierung von Projekten zur ökologisch und sozial verträglichen Energieerzeugung oder zur Einsparung in Industrie und produzierendem Gewerbe sein.

Mit Blick auf das Gesamtprojekt kann positiv bemerkt werden, dass in der Region Konstanz die Ziele der Energiewende grundsätzlich anerkannt sind und einen hohen Stellenwert besitzen. Weiterhin bilden die große Anzahl sehr ambitionierter Akteure eine gute Grundlage für die weitere Entwicklung. Die Schaffung der zentralen und koordinierenden Stelle des Kompetenzzentrums kann aus den bisherigen Erfahrungen hier eine weitere positive Wirkung entfalten. Auch die Ansiedlung an der HTWG, der Schnittstelle zwischen Praxis und Wissenschaft, hat sich für diese wichtige Aufgabe als sinnvoll erwiesen. Die bisherigen Erfahrungen haben auch gezeigt, dass in der Region Konstanz erhebliche Potenziale zum beschleunigten Ausbau der Energiewende vorhanden sind. In diesem Zusammenhang wurden in den letzten Monaten zahlreiche Gespräche mit Bürgermeistern und weiteren kommunal für die Energiewende Verantwortlichen geführt, aus denen sich auch durch die Hochschule begleitete Projekte ergeben. Aktuell entsteht eine Analyse der sich aus Energiewende-Maßnahmen ergebenden ökonomischen Vorteile für kommunal Verantwortliche. Ziele der ausstehenden Projektlaufzeit bis Ende 2016 sind zudem, die Verknüpfung von Akteuren und Studierenden zu intensivieren, eine zentrale Fachtagung zur Energiewende in der Region Konstanz durchzuführen und Strukturen zu schaffen, die eine Weiterführung des Kompetenzzentrum über den Förderzeitraum hinaus ermöglichen.

## Literatur / Quellen:

- [1] BMWI/BMU 2010: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU); Energiekonzept: für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, September 2010 abzurufen unter [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept\\_bundesregierung.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf) (28.10.2012)
- [2] DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., 2015: EEG-Stromerzeugung im Landkreis Konstanz. URL: <http://www.energy-map.info/energieregionen/DE/105/110/159/340.html>
- [3] IPCC 2013. AR5 - 5th Assessment Report. Synthesis Report.
- [4] LR BW - Landesregierung Baden-Württemberg, 2014. Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK). Beschlussfassung: 15.07.2014
- [5] Statista, 2015. Ausgaben für den Import fossiler Energieträger in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2012. Nach: Agentur für Erneuerbare Energien, BAFA, GWS. <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/251954/umfrage/ausgaben-deutschlands-fuer-energieimporte/> (28.07.2015)
- [6] WBGU Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, 2009: Factsheet Nr. 3/2009. Der WBGU-Budgetansatz. URL: [http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/factsheets/fs2009-fs3/wbgu\\_factsheet\\_3.pdf](http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/factsheets/fs2009-fs3/wbgu_factsheet_3.pdf)

# BÜCHER

vom Unterwegs Verlag –  
die **perfekten Begleiter** für unterwegs

 Verlag  
**Unterwegs**



**Unterwegs Verlag GmbH** Werner-von-Siemens-Str. 22 D-78224 Singen  
Tel. 07731 838-0 Fax 07731 838-19  
[www.unterwegs.com](http://www.unterwegs.com) [info@unterwegs.com](mailto:info@unterwegs.com)

# Studienangebot

Ein breites Spektrum bietet vielfältige Möglichkeiten

## Technik

## Technik & Wirtschaft

## Wirtschaft

## Gestaltung

### Bachelor

<b>AIN</b> • Angewandte Informatik	<b>GIB</b> • Gesundheitsinformatik	<b>BWB</b> • Betriebswirtschaftslehre	<b>BAR</b> • Architektur
<b>AIT</b> • Automobil-informationstechnik	<b>WIN</b> • Wirtschaftsinformatik	<b>WRB</b> • Wirtschaftsrecht	<b>BKD</b> • Kommunikationsdesign
<b>BIB</b> • Bauingenieurwesen	<b>WIB</b> • Wirtschaftsingenieurwesen Bau	<b>BAC</b> • Wirtschaftssprachen Asien und Management/China	
<b>EIB</b> • Elektrotechnik und Informationstechnik	<b>EIW</b> • Wirtschaftsingenieurwesen Elektro- und Informationstechnik	<b>BAS</b> • Wirtschaftssprachen Asien und Management/Südost- und Südasiens	
<b>MEP</b> • Maschinenbau Entwicklung und Produktion	<b>WIM</b> • Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau		
<b>MKE</b> • Maschinenbau Konstruktion und Entwicklung			
<b>URB</b> • Umwelttechnik und Ressourcenmanagement			
<b>VUB</b> • Verfahrens- und Umwelttechnik			

### Master

<b>ASE</b> • Automotive Systems Engineering	<b>BIT</b> • Business Information Technology	<b>ASM</b> • International Management Asien	<b>MAR</b> • Architektur
<b>MBI</b> • Bauingenieurwesen	<b>MMS</b> • Mechanical Engineering and International Sales Management	<b>WRM</b> • Legal Management	<b>MKD</b> • Kommunikationsdesign
<b>EIM</b> • Elektrische Systeme	<b>MWI</b> • Wirtschaftsingenieurwesen · Bauwesen · Elektrotechnik- und Informationstechnik · Maschinenbau	<b>BWM</b> • Unternehmensführung	
<b>MSI</b> • Informatik		<b>GM</b> • MBA General Management*	
<b>MME</b> • Mechatronik		<b>HCM</b> • MBA Human Capital Management*	
<b>UVT</b> • Verfahrens- und Umwelttechnik		<b>CCG</b> • MBA Compliance and Corporate Governance*	
<b>SEM</b> • Systems Engineering*			
<b>PT</b> • Packaging Technology (englisch)*			

\* berufsbegleitende Studiengänge

### Promotion

Kooperatives Promotionskolleg

# Die Forschungsinstitute der HTWG

und ihre zentralen Forschungsgebiete

## *Institut für Optische Systeme - IOS:*

*Bildverarbeitung, Computergrafik, Lichttechnik, Fertigungsmesstechnik*

Direktor: Prof. Dr. Georg Umlauf

Tel.: +49 (0) 7531 206-380

E-Mail: [georg.umlauf@htwg-konstanz.de](mailto:georg.umlauf@htwg-konstanz.de)

Homepage: <http://www.ios.htwg-konstanz.de>

## *Institut für professionelles Schreiben - IPS:*

*Bild-, Präsentations- und Schreibrhetorik*

Direktor: Prof. Dr. Volker Friedrich

Tel.: +49 (0) 7531 206-659

E-Mail: [de.ips@htwg-konstanz.de](mailto:de.ips@htwg-konstanz.de)

Homepage: <http://www.ips.htwg-konstanz.de>

## *Institut für Systemdynamik Konstanz - ISD:*

*Regelungstechnik, Signalverarbeitung und Optimierung dynamischer Systeme*

Direktor: Prof. Dr. Jürgen Freudenberger

Tel.: +49 (0) 7531 206-150

E-Mail: [jfreuden@htwg-konstanz.de](mailto:jfreuden@htwg-konstanz.de)

Homepage: <http://www.isd.htwg-konstanz.de>

## *Institut für Strategische Innovation und Technologiemanagement - IST:*

*Strategische Innovation und Transformation, Technologiemanagement, gewerblicher Rechtsschutz*

Direktor: Prof. Dr. Guido Baltes

Tel.: +49 (0) 7531 206-310

E-Mail: [guido.baltes@htwg-konstanz.de](mailto:guido.baltes@htwg-konstanz.de)

Homepage: <http://www.htwg-konstanz.de/Institut-fuer-Strategische-Inn.ist.0.html>

## *Institut für angewandte Thermo- und Fluidodynamik – IATF:*

*Numerische Strömungsmechanik, thermische Verfahrenstechnik, Energiefragen im Zusammenhang mit Wasserstofftechnologie und Brennstoffzellen*

Direktor: Prof. Dr. Werner Hofacker

Tel.: +49 (0) 7531 206-593

E-Mail: [werner.hofacker@htwg-konstanz.de](mailto:werner.hofacker@htwg-konstanz.de)

Homepage: <http://www.htwg-konstanz.de/Institut-fuer-angewandte-Therm.iatf.0.html>

## *Konstanz Institut für Corporate Governance – KICG:*

*Betriebswirtschaftlich-juristische Corporate-Governance-Forschung*

Direktor: Prof. Dr. Stephan Grüninger

Tel.: +49 (0) 7531 206-251

E-Mail: [stephan.grueninger@htwg-konstanz.de](mailto:stephan.grueninger@htwg-konstanz.de)

Homepage: <http://www.htwg-konstanz.de/Institut.1162.0.html>

## *Konstanzer Institut für Prozesssteuerung – KIPS: IT-gestützte Modellierung und Optimierung von Geschäftsprozessen*

Direktor: Prof. Dr. Marco Mevius

Tel.: +49 (0) 7531 206-515

E-Mail: [marco.mevius@htwg-konstanz.de](mailto:marco.mevius@htwg-konstanz.de)

Homepage: <http://kips.htwg-konstanz.de/index.php/de>

## *Institut für Werkstoffsystemtechnik Konstanz – WIK:*

*Werkstoffe, Fertigungsprozesse und Verfahren*

Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. Paul Gümpel

Tel.: +49 (0) 7531 206-579 und -316

E-Mail: [guempel@htwg-konstanz.de](mailto:guempel@htwg-konstanz.de)

Homepage: <http://www.htwg-konstanz.de/Institut-fuer-Werkstoffsystemt.2704.0.html>

## *Institut für Angewandte Forschung (IAF):*

*Das IAF, 1986 gegründet, ist mit seinen 42 persönlichen und acht institutionellen Mitgliedern das Dach der forschenden Professorinnen und Professoren sowie der Forschungsinstitute der Hochschule.*

Wissenschaftlicher Direktor:

Prof. Dr. Gunter Voigt

Tel.: +49 (0) 7531 206-510

+49 (0) 7531 206-579 und -316

<http://www.htwg-konstanz.de/Institut-fuer-Angewandte-Forsch.139.0.html>

Stellvertretender Wissenschaftlicher Direktor:

Prof. Dr. Christian Krekeler

Tel.: +49 (0) 7531 206-395

E-Mail: [krekeler@htwg-konstanz.de](mailto:krekeler@htwg-konstanz.de)



# Experten

Expertenprofile der Professorinnen und Professoren der HTWG Konstanz

## Architektur und Gestaltung

### Prof. Andreas Bechtold

*Lehrgebiete:* Timebased-Design, Bewegtbild im Kommunikationsdesign: Filmtechnik, Drehbuch und Dramaturgie des Erzählens, Regie, Schnitt, Sounddesign und Filmgeschichte. *Forschungsgebiete:* Anthropologie des Erzählens. Entwicklung eines nachhaltigen Lehrkonzeptes zur Vermittlung aktiver Medienkompetenzen (journalistisches Arbeiten, Konzeption und Umsetzung von TV-Formaten etc.). *Spezielles Fachwissen:* Drehbuchautor und Kinderbuchautor.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-772

**E-Mail:** andreas.bechtold@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. phil. Volker Friedrich

*Lehrgebiete:* Professur für Schreiben und Rhetorik. *Forschungsgebiete:* Schreibrhetorik, Bild-Text-Wechselwirkungen, schriftliche Organisationskommunikation, Medientheorie. *Spezielles Fachwissen:* Medienkonzeption, -produktentwicklung und -realisation.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-659

**E-Mail:** volker.friedrich@htwg-konstanz.de

### Prof. Oliver Fritz

*Lehrgebiete:* Digitale Medien CAD/CAM und Architekturdarstellung. *Forschungsgebiete:* CAD/CAM, computerunterstützte Gestaltungs- und Simulationsprozesse, Building information Modelling, Darstellungsmethodik, Mass Customization, Partizipationsmodelle. *Spezielles Fachwissen:* Medienkonzeption, -produktentwicklung und -realisation.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-536

**E-Mail:** oliver.fritz@htwg-konstanz.de

### Prof. Myriam Gautschi

*Lehrgebiete:* Entwerfen, Innenraumgestaltung, Ausbautechnologie. *Forschungsgebiete:* Raum-Wahrnehmung, Material und Raum, Licht und Raum, Charlotte Perriand.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-659

**E-Mail:** myriam.gautschi@htwg-konstanz.de

### Prof. Judith Grieshaber

*Lehrgebiete:* Kommunikationsdesign und Mediadesign, analytisches Gestalten, experimentelles und konzeptionelles Gestalten, Ausstellungskonzeption und -design, Kommunikationsprogramme, Kultur und Kommunikation im öffentlichen Raum. *Forschungsgebiete:* Anmutungs- und Wirkungsprofile interkulturell, Unternehmenskultur und -kommunikation im internationalen Kontext. *Spezielles Fachwissen:* Durchführung von Seminaren zu Unternehmenskommunikation und -kultur, Corporate Identity, Massenkommunikation und Marketing.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-856

**E-Mail:** grieshab@htwg-konstanz.de

### Prof. Katrin Günther

*Lehrgebiete:* Künstlerische Darstellung und Gestaltung. *Forschungsgebiete:* Künstlerische Zeichnung, Architekturzeichnung, experimentelle Arbeit in der ästhetischen Bildung. *Spezielles Fachwissen:* Künstlerische Darstellungsmethoden in der Architektur und der Landschaftsarchitektur, Bildende Kunst.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-196

**E-Mail:** katrin.guenther@htwg-konstanz.de

### Prof. Lydia Haack

*Lehrgebiete:* Entwerfen und Baukonstruktion, Konstruktives Entwerfen. *Forschungsgebiete:* Entwurfsmethodik, Formfindungsprozesse, Bausysteme. *Spezielles Fachwissen:* Corporate Architecture, serielles Bauen, industrielles Bauen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-195

**E-Mail:** lydia.haack@htwg-konstanz.de

### Prof. Karin Kaiser

*Lehrgebiete:* Kommunikationsdesign. *Forschungsgebiete:* Knowledge Media Design, interdisziplinäre Arbeits- und Explorationsformen, visuelle Identitäten. *Spezielles Fachwissen:* Editorial Design, Corporate Design, interdisziplinäre Projekte (Knowledge Media Design, Environmental Design).

**Tel.:** +49 (0)7531 206-854

**E-Mail:** karin.kaiser@htwg-konstanz.de



**Prof. Josef Lenz**

*Lehrgebiete:* Entwerfen (besonders Wohnungsbau, Museen), Baukonstruktion (besonders Niedrigenergiebauweise, Passivhaus-Standards). *Spezielles Fachwissen:* Passivhaus-Entwicklung, Solartechnik, Ausstellungsdesign, Museumskonzepte.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-188

**E-Mail:** josef.lenz@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Rolf Neddermann**

*Lehrgebiete:* Baumanagement mit den Bereichen: Bauwirtschaft, Baubetrieb und -durchführung, Baukonstruktion. *Forschungsgebiete:* Baukostenplanung, kostengünstiger Wohnungsbau, Kostenplanung im Altbaubereich, Kosten- und Leistungsrechnung für Architekten und Ingenieure, Fachveröffentlichungen, Fortbildungen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-688

**E-Mail:** rolf.neddermann@htwg-konstanz.de

**Prof. Leonhard Schenk**

*Lehrgebiete:* Städtebau und Entwerfen. *Forschungsgebiete:* Nachhaltigkeit im Städtebau, besonders: Innenentwicklung, Brachflächenrecycling (Reduzierung der Flächeninanspruchnahme); alternative Wohnformen, z.B. Baugemeinschaftsmodelle, Zukunft der Bürgerstadt. *Spezielles Fachwissen:* Stadtplanung, (Auszeichnung: Deutscher Städtebaupreis 2001), Wohnungsbau, Landschaftsplanung.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-183

**E-Mail:** leonhard.schenk@htwg-konstanz.de

**Prof. Eberhard Schlag**

*Lehrgebiete:* Architektur und Design, Kommunikation im Raum, Design und Raum. *Forschungsgebiete:* Mediale Raumstrategien „Mediatektur“. *Spezielles Fachwissen:* Museums- und Ausstellungsgestaltung, Szenografie, Integrative Gestaltung von Architektur und Ausstellung, Einsatz von (interaktiven) Medien im Ausstellungsdesign, Entwicklung von Museums- und Ausstellungskonzepten, Inszenierung von Events und Messeauftritten.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-185

**E-Mail:** eberhard.schlag@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr.-Ing. Andreas Schwarting**

*Lehrgebiete:* Baugeschichte und Architekturtheorie. *Forschungsgebiete:* Baugeschichte des 20. Jahrhunderts, Konstruktionsgeschichte der Architektur der Moderne, Umgang mit Bauten der Moderne, Historiografie der modernen Architektur. *Spezielles Fachwissen:* Architektur des Bauhauses, Denkmalpflege an Bauten der Moderne.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-199

**E-Mail:** andreas.schwarting@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr.-Ing. Thomas Stark**

*Lehrgebiete:* Energieeffizientes Bauen. *Forschungsgebiete:* Nachhaltige Energiekonzepte; Solares Bauen; Nachhaltige Architekturwettbewerbe. *Spezielles Fachwissen:* Gebäudeenergiekonzepte; Photovoltaik; Gebäudeintegration; Nachhaltigkeit im Bauwesen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-191

**E-Mail:** thomas.stark@htwg-konstanz.de

**Prof. Brian Switzer**

*Lehrgebiete:* Grundlagen der Gestaltung, Designgeschichte, Informationsarchitektur, Designforschung. *Forschungsgebiete:* Human-Centered Design, Wirkungsforschung in der Orientierung und Wayfinding, Visuelle Systeme. *Spezielles Fachwissen:* Designforschung, Corporate Design & Corporate Identity, Visuelle Kommunikation, Orientierungssysteme (Wayfinding).

**Tel.:** +49 (0)7531 206-769

**E-Mail:** brian.switzer@htwg-konstanz.de

**Prof. Jo Wickert**

*Lehrgebiete:* Interfacedesign, Informationsdesign und Screendesign im Kommunikationsdesign. *Forschungsgebiete:* Alternative Interfaces; Applikationsdesign; Aspekte der Qualifikation von Designern für On- und Offlinemedien. *Spezielles Fachwissen:* Markenauftritt für globale Unternehmen, Markenworkshops sowie CI/CD (hauptsächlich digital); New Devices; Unternehmenswebseiten.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-761

**E-Mail:** jo.wickert@htwg-konstanz.de

**Prof. Valentin Wormbs**

*Lehrgebiete:* Professur für Image-Design, konventionelle und digitale Fotografie und Bildgestaltung, Grundlagen der Fotografie und Fototechnik, Grundlagen Kommunikationsdesign. *Forschungsgebiete:* Interdisziplinäre Untersuchungen von Bildräumen, Bild-Text-Wechselwirkungen, Medientheorie Bildwissenschaft, Bildrhetorik. *Spezielles Fachwissen:* Künstlerische Druckverfahren.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-773

**E-Mail:** valentin.wormbs@htwg-konstanz.de



## Bauingenieurwesen

### Prof. Dr.-Ing. Joachim Dach

*Lehrgebiete:* Umwelttechnik mit den Teilgebieten Abfallwirtschaft, Umweltverfahrenstechnik und -chemie, Deponietechnik, Altlasten- und Bodenmanagement, Immissionsschutz. *Forschungsgebiete:* Immissionsschutz an Sortier- und Aufbereitungsanlagen, Aufbereitung und Verwertung von Brennstoffen aus Abfällen. *Spezielles Fachwissen:* Mechanische und biologische Aufbereitung, Behandlung und Recycling von Abfällen, Projektmanagement beim Bau umwelttechnischer Anlagen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-522

**E-Mail:** joachim.dach@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Heiko Denk

*Lehrgebiete:* Massivbau und IT im Bauwesen. *Forschungsgebiete:* Intelligent Computing in Engineering, praxisgerechte Softwareentwicklung. *Spezielles Fachwissen:* Spannbetonbau, Stahlbetonbau, Brückenbau.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-205

**E-Mail:** heiko.denk@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Francke

*Lehrgebiete:* Stahlbau, Verbundbau und Ingenieurholzbau. *Forschungsgebiete:* Brandschutztechnische Bemessung, Verbundbau, Stahlbau, Ingenieurholzbau, Stabilitätsprobleme (Biegedrillknicken, Plattenbeulen), Gesamtstabilität, Traglastuntersuchungen, statische und dynamische lineare und nicht lineare Bemessung, Schockbelastungen, virtuelle Experimente und Simulation in der Lehre. *Spezielles Fachwissen:* Brandschutztechnische Bemessung im Verbundbau; Industriehallen und Geschossbauten aus Holz, Stahl und Stahl-Beton-Verbund; Parkhäuser aus Stahl-Beton-Verbund; Nichtlineare Berechnungen (Gesamtstabilität, Biegedrillknicken, Plattenbeulen), transiente Einwirkungen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-217

**E-Mail:** wolfgang.francke@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr.-Ing. Andreas Grossmann

*Lehrgebiete:* Verkehrswesen. *Forschungsgebiete:* Betrieb und Erhaltung von Verkehrswegen. *Spezielles Fachwissen:* Straßenbetriebsdienst, Systematische Straßenerhaltung, Substanzbewertung von Verkehrsflächen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-215

**E-Mail:** andreas.grossmann@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr.-Ing. Peter Hirschmann

*Lehrgebiete:* Wasserbau und Wasserwirtschaft, Hydromechanik/ Hydraulik, Ökologie und Raumplanung, Geo-Informationssysteme (GIS). *Forschungsgebiete:* Ökologischer Gewässerausbau, Retention, Strömung in Gewässern und Rohrleitungen. *Spezielles Fachwissen:* Wasserwirtschaftliche Planung, ökologischer Gewässerausbau, Wasser- und Baurecht einschl. Genehmigungsverfahren, Raumplanung, Hydraulik.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-219

**E-Mail:** peter.hirschmann@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Bernd Jödicke

*Lehrgebiete:* Physik, Lichttechnik. *Forschungsgebiete:* Lichttechnik/ Beleuchtung (Tageslicht, Licht und Mensch, Messung von Licht). *Spezielles Fachwissen:* Lichttechnik/ Beleuchtungstechnik, Wärmeübertragungsmessung.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-345

**E-Mail:** bernd.joedicke@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr.-Ing. Sören Knoll

*Lehrgebiete:* Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung und Abwassertechnik), Umweltinformatik. *Forschungsgebiete:* Regenwassermanagement, Immissionsbetrachtungen, Hydrometrie, Fischaufstiegsanlagen in Tidegebieten. *Spezielles Fachwissen:* Regenwassermanagement, Kanalnetzberechnung, Bauwerke der Siedlungswasserwirtschaft, Pumpwerke, Fischaufstiegsanlagen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-218

**E-Mail:** soeren.knoll@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Klaus-Peter Meßmer

*Lehrgebiete:* Technische Mechanik, Baustatik. *Forschungsgebiete:* Nichtlineare Berechnung von Platten- und Schalentragswerken. *Spezielles Fachwissen:* Nichtlineare Berechnung von Platten- und Schalentragswerken.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-207

**E-Mail:** klaus-peter.messmer@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Wolfgang Reitmeier

*Lehrgebiete:* Geotechnik (Grundbau, Bodenmechanik). *Forschungsgebiete:* Untergrundverbesserung mit Stabilisierungssäulen. *Spezielles Fachwissen:* Aufstehende und schwimmende Gründungen in weichen Böden; Vermessung, Ausführung, Qualitätssicherung.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-224

**E-Mail:** wolfgang.reitmeier@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Uwe Rickers

*Lehrgebiete:* Baubetrieb. *Forschungsgebiete:* Projektmanagement, Building Information Modelling (BIM), Entscheidungsunterstützung im Disaster Management. *Spezielles Fachwissen:* Projektmanagement, Building Information Modelling (BIM), Entscheidungsunterstützung im Disaster Management.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-716

**E-Mail:** uwe.rickers@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. rer. nat. habil. Benno Rothstein

*Lehrgebiete:* Ressourcenmanagement, Umwelt- und Geowissenschaften, Energiewirtschaft, Globaler Wandel. *Forschungsgebiete:* Erneuerbare Energien, Energiewende, Nachhaltige Energiekonzepte, Risiko- und Krisenmanagement, Anpassung an Klimawandel, massengutaffine Unternehmen. *Spezielles Fachwissen:* Ressourcenknappheit, Energie der Zukunft, Wasserstraßen der Zukunft, Klimawandel, Verwundbarkeit von Infrastrukturen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-714

**E-Mail:** benno.rothstein@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Hans Peter Schelkle

*Lehrgebiete:* Immobilienwirtschaft, Immobilienmanagement, Projektentwicklung. *Forschungsgebiete:* Organisation im Immobilienmanagement, Life Cycle Engineering. *Spezielles Fachwissen:* Facility Management und Organisationsberatung, Lebenszyklusmanagement.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-164

**E-Mail:** hans-peter.schelkle@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Maike Sippel

*Lehrgebiete:* Nachhaltige Entwicklung, Nachhaltige Ökonomie, Nachhaltigkeitsorientierte BWL, Nachhaltigkeit & Gesellschaft, Green Cities, Projektmanagement. *Forschungsgebiete:* Energie- und Klimaschutz in Städten / Organisationen / Politik, Akteure und Aktivitäten im lokalen Umfeld, Rolle von politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen, umweltökonomische Instrumente. *Spezielles Fachwissen:* Energie- und Klimaschutz in Städten / Organisationen / Politik, Akteure und Aktivitäten im lokalen Umfeld, Rolle von politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen, umweltökonomische Instrumente.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-460

**E-Mail:** maike.sippel@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Sylvia Stürmer

*Lehrgebiete:* Baustofftechnologie/ Bauchemie, Bauphysik, Bauwerkserhaltung/ Bauschadensanalyse/ Denkmalpflege, Darstellende Geometrie. *Spezielles Fachwissen:* Untersuchung und Bewertung mineralischer Baustoffe (auch historischer Baustoffe), Baustoffe und Verfahren in der Bausanierung bzw. im Bautenschutz.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-225

**E-Mail:** sylvia.stuermer@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Horst Werkle

*Lehrgebiete:* Baustatik und Baudynamik. *Forschungsgebiete:* Finite-Element-Methode in der Tragwerksplanung, Bauwerks- und Bodendynamik, Engineering Desktop Systeme in der Tragwerksplanung. *Spezielles Fachwissen:* Finite-Element-Berechnungen, baudynamische Berechnungen, erdbebensicheres Bauen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-221

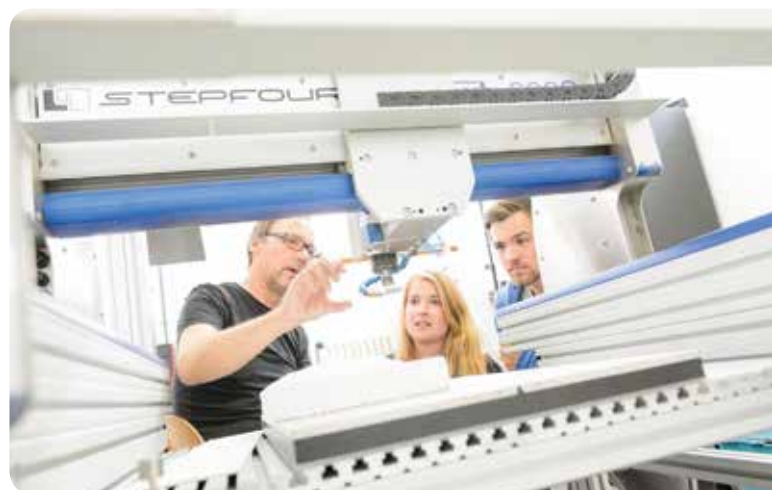
**E-Mail:** horst.werkle@htwg-konstanz.de

### Prof. Franz Zahn PhD

*Lehrgebiete:* Stahlbetonbau, Spannbetonbau, Betontechnologie. *Forschungsgebiete:* Spannbeton, Verbundbau, Erdbebensicherung von Bauwerken. *Spezielles Fachwissen:* Spannbeton, Verbundbau, Erdbebensicherung von Bauwerken.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-216

**E-Mail:** franz.zahn@htwg-konstanz.de



## Elektrotechnik und Informationstechnik

### Prof. Dr. Peter Abele

*Lehrgebiete:* Grundlagen der Elektrotechnik, Elektronische Schaltungen, Produktions- und Fertigungstechniken der Mikrotechnologie. *Spezielles Fachwissen:* Hochfrequenz-Schaltungsentwurf, Mikrotechnologie, Bauelementesimulation.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-265

**E-Mail:** peter.abele@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr.-Ing. Thomas Birkhölzer

*Lehrgebiete:* Mathematik, Informatik, Software Engineering. *Forschungsgebiete:* Entwurfsmuster für objektorientierte Software, Architektur von vernetzten IT-Systemen (speziell im Gesundheitswesen), wahrscheinlichkeitsbasierte Modellierung von Wissen. *Spezielles Fachwissen:* IT Architektur (Entwurf z.B. UML und Umsetzung), Prozessmodellierung, Software-Management, Innovations-Management, Medizintechnik und IT-Systeme für das Gesundheitswesen, Entwurf von wahrscheinlichkeitsbasierten Diagnosesystemen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-239

**E-Mail:** thomas.birkhoelzer@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr.-Ing. Gregor Burmberger

*Lehrgebiete:* Programmieren, Grundlagen der Elektrotechnik, Automobile Bussysteme, Fahrzeugtechnik (Elektronik), Embed-

ded Systems, Mikrocontroller, VHDL-Design. *Forschungsgebiete:* Embedded Systems, Mikrocontroller-Systeme, Automobile Bussysteme (speziell FlexRay), CPLD-, FPGA- und ASIC-Design, Schaltungsentwurf, Prozessor- und Systemarchitekturen. *Spezielles Fachwissen:* Bussysteme, FlexRay, Automobilelektronik, Platinenlayout, Systementwicklung, FPGA-Boards.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-255

**E-Mail:** gregor.burmberger@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. rer. nat. Matthias Fertig*

*Lehrgebiete:* Elektrotechnik, Digitaltechnik. *Forschungsgebiete:* Optische Simulationsverfahren, Silizium-Photonik. *Spezielles Fachwissen:* Mikroprozessorentwicklung, optische Detektoren in CMOS SOI, objektorientierte Programmierung, VLSI Entwurf, Rechnerarchitektur, Projektmanagement.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-269

**E-Mail:** matthias.fertig@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Jürgen Freudenberger*

*Lehrgebiete:* Kommunikationstechnik, Schaltungstechnik, Regelungstechnik, Multimedia. *Forschungsgebiete:* Sprachsignalverarbeitung, Übertragungstechnik, Informations- und Codierungstheorie. *Spezielles Fachwissen:* Mobilfunkstandards Bluetooth, GSM und UMTS, Simulationssoftware Matlab, Softwareentwicklung für DSP-Systeme, Freisprech- und Sprachbediensysteme, Kfz-Multimedia.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-647

**E-Mail:** juergen.freudenberger@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Wilhelm Fromm*

*Lehrgebiete:* Prozessautomatisierung, Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), Schutz- und Stationsleittechnik, Programmieren. *Forschungsgebiete:* Schutz- und Stationsleittechnik (Automatisierung in Schaltanlagen). *Spezielles Fachwissen:* Schutz- und Stationsleittechnik (Automatisierung in Schaltanlagen).

**Tel.:** +49 (0)7531 206-422

**E-Mail:** wilhelm.fromm@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr.-Ing. Harald Gebhard*

*Lehrgebiete:* Kommunikations- und Medientechnik, Kommunikationsnetze, Elektronische Navigation und Positionierung. *Forschungsgebiete:* Lokale GNSS Dienste (GPS, GLONASS, Galileo). *Spezielles Fachwissen:* IP Protokolle und Netze, Echtzeit Multimedia in IP-basierten Netzen, Echtzeitübertragung von GNSS-Daten in IP-basierten Netzen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-270

**E-Mail:** harald.gebhard@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Manfred Gekeler*

*Lehrgebiete:* Leistungselektronik, elektrische Antriebstechnik, Energiewandlung. *Forschungsgebiete:* Leistungselektronik, Power Factor Correction (PFC), Solarwechselrichter, Soft Switching, Vector Control. *Spezielles Fachwissen:* Leistungs-

elektronik, Power Factor Correction (PFC), Solarwechselrichter, Soft Switching, Vector Control, Stromrichter, Frequenzumrichter, Stromversorgungen, Schaltnetzteile (SMPS), Permanentmagnet-Motoren.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-220

**E-Mail:** manfred.gekeler@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Thomas Göllinger*

*Lehrgebiete:* Energiewirtschaft, Wirtschaftswissenschaftliche Grundlagen, Organisation, Nachhaltige Ökonomie, insbes. Energie und Mobilität. *Forschungsgebiete:* Ökologische Ökonomie, Evolutionsökonomik, Innovations-Management, Transdisziplinäre Nachhaltigkeitsforschung u. Nachhaltigkeits-Management, Systemisches Management, Energiewirtschaft, E-Mobility, Pfadabhängigkeit. *Spezielles Fachwissen:* Systemische Moderations-, Modellierungs- u. Vernetzungs-Tools, systemdynamische Modellierung, betriebl. u. kommunale Klimaschutz- u. Energie-Strategien, systemische Innovationen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-704

**E-Mail:** thomas.goellinger@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Martin Häfele*

*Lehrgebiete:* Grundlagen der Elektrotechnik, Grundlagen der Analogtechnik, Schaltungen der Nachrichtentechnik, Entwurf und Test analoger Schaltungen. *Spezielles Fachwissen:* Entwurf integrierter breitbandiger Schaltungen, Halbleiterbauelemente für Hochfrequenzschaltungen, Produktionswirtschaft, Produktionstechniken in der Elektronikproduktion.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-267

**E-Mail:** martin.haefele@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Werner Kleinhempel*

*Lehrgebiete:* Signalverarbeitung, Simulation, rechnergestützter Schaltungsentwurf. *Forschungsgebiete:* Entwurf, Konzeption und Simulation von nachrichtentechnischen Systemen, Entwicklung von Verfahren der digitalen Signalverarbeitung (Filteralgorithmen, Verfahren zur Spektralanalyse, Multiraten-Signalverarbeitung), Entwurf und Realisierung digitaler Filter. *Spezielles Fachwissen:* Entwurf, Konzeption und Realisierung der digitalen Signalverarbeitungskomponenten von Funksystemen und von Radarsystemen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-260

**E-Mail:** werner.kleinhempel@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Florian Lang*

*Lehrgebiete:* Angewandte Physik. *Spezielles Fachwissen:* Automobil-Sensorik, mikromechanische Sensoren, optische Messverfahren, Laserphysik, Laser-Materie-Wechselwirkung, Phasenübergänge, Projektmanagement.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-774

**E-Mail:** florian.lang@htwg-konstanz.de



**Prof. Dr. Irene Lau**

*Lehrgebiete:* Mathematik, Stochastik/Statistik, Physik. *Spezielles Fachwissen:* Algebra, Darstellungstheorie, algebraische Zahlentheorie.

**Tel.: +49 (0)7531 206-375**

**E-Mail: irene.lau@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Burkhard Lehner**

*Lehrgebiete:* Informatik, Programmiersprachen, Software Engineering. *Forschungsgebiete:* Moderne Software-Entwicklung, grafische Benutzeroberflächen, GPU-Programmierung, Computergrafik, Computational Geometry, Optimierungsverfahren, Computer und Kunst, Tetraeder-Netze, optische 3D-Messtechnik. *Spezielles Fachwissen:* CAD/CAM in der Dentalmedizin.

**Tel.: +49 (0)7531 206-494**

**E-Mail: burkhard.lehner@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Richard Leiner**

*Lehrgebiete:* Mikrocontroller, Graphische Programmiersprachen (in Englisch), CAE. *Forschungsgebiete:* Anwendung von Photovoltaik und Brennstoffzellen in Booten und zugehöriges Energiemanagement. *Spezielles Fachwissen:* Energiemanagement in Booten, Messdatenerfassung über Internet, LabVIEW, CAE (analog), Filterentwicklung (analog).

**Tel.: +49 (0)7531 206-244**

**E-Mail: richard.leiner@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Johannes Reuter**

*Lehrgebiete:* Regelungstechnik; Simulation. *Forschungsgebiete:* Regelung schnell schaltender Aktuatoren, insbesondere Magnetventile; Autonome Mobile Systeme, Schwerpunkt: Target Tracking und Data Association; Sensorik und Sensormodellierung; Optimierung von Betriebsstrategien unter Unsicherheit. *Spezielles Fachwissen:* Nichtlineare Regelungsverfahren mechatronischer Systeme; Probabilistische Filterung und Datenzuordnung (KF, PDAF, PDAB, MHT); Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme für Regelung und Simulation.

**Tel.: +49 (0)7531 206-266**

**E-Mail: johannes.reuter@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Christoph Schick**

*Lehrgebiete:* Hochfrequenztechnik, Analoge Schaltungstechnik, Grundlagen der Elektrotechnik. *Spezielles Fachwissen:* Integrierte Hochfrequenzschaltungen (RFICs), Mikrowellen-Schaltungstechnik, Mikrowellen-Messtechnik.

**Tel.: +49 (0)7531 206-657**

**E-Mail: christoph.schick@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Michael Striebel**

*Lehrgebiete:* Mathematik 1, Mathematik 2. *Forschungsgebiete:* Numerische Verfahren; Co-Simulation; Multirate-Verfahren; Modellordnungsreduktion; geometrische Integratoren. *Spezielles Fachwissen:* Numerische Analysis; Modellordnungsreduktion; Differential-Algebraische Systeme; geometrische Integratoren.

**Tel.: +49 (0)7531 206-377**

**E-Mail: michael.striebe1@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Gunter Voigt**

*Lehrgebiete:* Hochspannungstechnik, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Energieübertragung und -verteilung, Messtechnik. *Forschungsgebiete:* Optimierung von Isolationssystemen, Methoden der Hochspannungsprüf- und messtechnik. *Spezielles Fachwissen:* Untersuchung von Isolationssystemen, Hochspannungsprüf- und messtechnik.

**Tel.: +49 (0)7531 206-510**

**E-Mail: gunter.voigt@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Matthias Werner**

*Lehrgebiete:* Allgemeine BWL, Personalführung, Betriebliche Organisation, Projektmanagement, Performance Management. *Forschungsgebiete:* Messung und Verbesserung von Unternehmensleistung, Business Excellence in Organisationen, Unternehmenskooperationen, Strategisches Management, Internationales Management. *Spezielles Fachwissen:* Unternehmensführung, EFQM, Qualitätsmanagement insb. TQM, Supply Chain Management, Einkauf, Projektmanagement.

**Tel.: +49 (0)7531 206-747**

**E-Mail: matthias.werner@htwg-konstanz.de**

**Informatik****Prof. Dr. Oliver Bittel**

*Lehrgebiete:* Programmieretechnik, Algorithmen u. Datenstrukturen, KI-Programmierung, neuronale Netze u. Fuzzy Logic, Robotik. *Forschungsgebiete:* Neuronale Netze und Fuzzy Logic, mobile autonome Roboter. *Spezielles Fachwissen:* Neuronale Netze und Fuzzy Logic, mobile autonome Roboter, insbesondere Einsatz von neuronalen Netzen u. Fuzzy Logic in Navigationssystemen (GPS, Loran-C).

**Tel.: +49 (0)7531 206-626**

**E-Mail: oliver.bittel@htwg-konstanz.de**



**Prof. Dr. Marko Boger**

*Lehrgebiete:* Software Architektur, Software Engineering, Moderne Programmiersprachen, Entrepreneurship, Projektmanagement. *Forschungsgebiete:* Modellgetriebene Softwareentwicklung (MDSD). *Spezielles Fachwissen:* MDSD, UML, Scala, Xtext, Xtend, Spray.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-626

**E-Mail:** marko.boger@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Heiko von Drachenfels**

*Lehrgebiete:* Software-Entwicklung, Programmieretechnik (mit C++), Objektorientierte Systementwicklung (mit C++, Java, UML). *Forschungsgebiete:* Produktivitätssteigerung in der Software-Entwicklung durch Standard-Architekturen und Entwurfsmuster, Software-Generierung, Fachsprachen, objektorientierte Renovierung von Altlasten. *Spezielles Fachwissen:* Verteilte Systeme, Software-Architektur, Software-Engineering, 10 Jahre Praxiserfahrung damit in der Postautomatisierung.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-643

**E-Mail:** heiko.von.drachenfels@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Oliver Eck**

*Lehrgebiete:* Datenbanksysteme, Systemmodellierung, Algorithmen und Datenstrukturen. *Forschungsgebiete:* Konzepte und Techniken moderner Datenbanksysteme, Wissensmodellierung. *Spezielles Fachwissen:* Datenbanksysteme, Softwaretechnik, Systemanalyse, wissensbasierte Systeme, Ingenieursysteme.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-630

**E-Mail:** oliver.eck@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Wilhelm Erben**

*Lehrgebiete:* Statistik, Logik (-programmierung), Metaheuristiken für Optimierungsprobleme, Data Mining. *Forschungsgebiete:* Timetabling mit Hilfe Evolutionärer Algorithmen oder anderer Metaheuristiken. *Spezielles Fachwissen:* Timetabling/Scheduling, Metaheuristiken, Statistik mit Excel.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-507

**E-Mail:** wilhelm.erben@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Matthias Franz**

*Lehrgebiete:* Mustererkennung, Bildverarbeitung, Algorithmen und Datenstrukturen. *Forschungsgebiete:* Bildverarbeitung, maschinelles Lernen, kognitive Systeme, Steganalyse. *Spezielles Fachwissen:* Bild- und Texturmodellierung, automatisches Design von Bildverarbeitungssystemen, Steganalyse in Bildern, maschinelles Lernen auf Bildern, Statistik natürlicher Szenen, optische Flussanalyse.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-651

**E-Mail:** matthias.franz@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. rer. nat. habil. Jürgen Garloff**

*Lehrgebiete:* Analysis, numerische Mathematik. *Forschungsgebiete:* Globale Optimierung, wissenschaftliches Rechnen mit automatischer Ergebnisverifikation, Matrix-Analysis, robuste

Regelung, numerische lineare Algebra. *Spezielles Fachwissen:* Rundungsfehlerkontrolle, Matrix-Analysis, robuste Regelung, Polynomiale Gleichungs- und Ungleichungssysteme, restriktierte globale Optimierung.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-406

**E-Mail:** juergen.garloff@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Michael Grütz**

*Lehrgebiete:* Betriebliche Systemanalyse/ Systemplanung, betriebliche Systemforschung/ Operations Research/ Logistikinformationssysteme öffentlicher Betriebe (Krankenhaus-Informationssysteme) basierend auf einem Planspiel, Informationsmanagement, Projektmanagement. *Forschungsgebiete:* Entwicklung EDV- gestützter Optimierungsmethoden und -modellen (Operations Research, Expertensysteme, Simulation) im Besonderen im Bereich Personaleinsatzplanung, Decision Support Systeme im Bereich Gesundheitsökonomie/ Krankenhauswesen. *Spezielles Fachwissen:* Entwicklung einer rechnergestützten Lösung zur intelligenten Einsatzplanung für Auszubildende, Trainees und Praktikanten (Versetzungsplanung), Entwicklung eines Programmpakets zur rechnergestützten Auswahl und Verwaltung von Bewerbern für Arbeitsplätze, Systemanalyse in einem mittelständischen Betrieb zur Automatisierung von Beschichtungsanlagen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-398

**E-Mail:** michael.gruetz@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr.-Ing. Oliver Haase**

*Lehrgebiete:* Verteilte Systeme und Software Engineering. *Forschungsgebiete:* Peer-To-Peer-Netze, automatische Software-Distribution. *Spezielles Fachwissen:* Kommunikationsmiddleware, Java RMI, CORBA, Jini, Mobility, Peer-To-Peer-Infrastrukturen, Chord, Java Webstart.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-112

**E-Mail:** oliver.haase@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Ulrich Hedtstück**

*Lehrgebiete:* Simulation, Algorithmen und Datenstrukturen, theoretische Informatik, künstliche Intelligenz. *Forschungsgebiete:* Simulation (Simulationssoftware für ereignisorientierte Simulationen, Virtual-Reality-Simulationen), Natural Language Processing. *Spezielles Fachwissen:* Ereignisorientierte Simulation, Virtual-Reality-Systeme, Natural Language Processing, Expertensysteme.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-508

**E-Mail:** ulrich.hedtstueck@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Christian Johner**

*Lehrgebiete:* Software-Engineering, Software-Qualitätssicherung, Software-Architekturen. *Forschungsgebiete:* Qualitätssicherung medizinischer Software, Datamining in der Medizin, Integration medizinischer Informationssysteme. *Spezielles Fachwissen:* Medizinische Informatik, Software im Gesundheitswesen, Qualitätssicherung medizinischer Software.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-596  
**E-Mail:** christian.johner@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Hanno Langweg*

*Lehrgebiete:* Software-Entwicklung, Cloud Computing, IT-Sicherheit, Sichere Software-Entwicklung. *Forschungsgebiete:* Malware-resistente Software, proaktive IT-Forensik. *Spezielles Fachwissen:* IT-Sicherheit, Sichere Software-Entwicklung, Netzwerke für Erfahrungsaustausch.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-9024  
**E-Mail:** hanno.langweg@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Michael Mächtel*

*Lehrgebiete:* Betriebssysteme, Realzeitsysteme und Embedded Systems. *Forschungsgebiete:* Latenzzeiten in Realzeitbetriebssystemen, Low Power Scheduling. *Spezielles Fachwissen:* Realzeitsysteme, Realzeitbetriebssysteme, Embedded Systems.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-632  
**E-Mail:** michael.maechtel@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Rainer Martin*

*Lehrgebiete:* IT-Projektmanagement und Teamarbeit, Produktionslogistik (PPS). *Forschungsgebiete:* Einführung und Nutzung unternehmensweiter Informationssysteme (ERP-Systeme). *Spezielles Fachwissen:* IT-Projektmanagement und Teamarbeit, Produktionslogistik (PPS).

**Tel.:** +49 (0)7531 206-509  
**E-Mail:** reiner.martin@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Marco Mevius*

*Lehrgebiete:* Wirtschaftsinformatik, Modellierung und Optimierung von Geschäftsprozessen, IT Service Management, Betriebswirtschaftslehre. *Forschungsgebiete:* Kennzahlenbasiertes Geschäftsprozessmanagement, Social Business Process Engineering, Cloud-basierte Geschäftsprozessimplementierung, Entwicklung nachhaltiger Informationssysteme (Green Software), Mobile Geschäftsprozesse, Schatten-IT. *Spezielles Fachwissen:* Modellierung und Implementierung von prozessbasierten Informationssystemen Konzeption, Einführung und Betrieb von Kennzahlensystemen Nachhaltigkeitsmanagement.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-515  
**E-Mail:** marco.mevius@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Rainer Müller*

*Lehrgebiete:* Betriebssysteme, Rechnernetze und Kommunikationssysteme, Verteilte Systeme, Projektmanagement, Mobile Kommunikation & Kollaboration. *Forschungsgebiete:* Ambient Intelligence, Industrie 4.0, Internet of Things, Kommunikation und Kollaboration zur Prozess- und Projektunterstützung, Kollaboration unter informellen, asynchronen und mobilen Randbedingungen, Mobile Computing, Stream-/Event-based Processing, Ubiquitous Computing, Wearable Computing. *Spezielles Fachwissen:* E-Learning, Geschäftsprozessmanagement,

Multimedia-Produktion/-Verarbeitung, Software-Engineering, Web-Technologien.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-329  
**E-Mail:** rainer.mueller@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Jürgen Neuschwander*

*Lehrgebiete:* Integriertes Netz- und System-Management, Rechnersysteme, Sicherheit in der Informationstechnik, Digitaltechnik. *Spezielles Fachwissen:* Netzwerk-Management von Kommunikationsnetzen, Entwurf digitaler Steuerungen (einschl. Mikroprozessoren), informationstechnische Sicherheit (Sicherheit beim E-Commerce), Projekt-Management (Methoden und Durchführung).

**Tel.:** +49 (0)7531 206-648  
**E-Mail:** juergen.neuschwander@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Christopher Rentrop*

*Lehrgebiete:* Allgemeine BWL, Internes und externes Rechnungswesen, Controlling, Strategisches IT Management. *Forschungsgebiete:* Strategisches IT Management, IT Governance. *Spezielles Fachwissen:* IT Governance, Strategisches IT Management.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-499  
**E-Mail:** christopher.rentrop@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Ralf-Dieter Schimkat*

*Lehrgebiete:* Software Engineering 1+2, Mobile Anwendungen, Agile Vorgehensmodelle, Programmiertechnik 1+2, Internet-Technologien, Softwaremodellierung. *Forschungsgebiete:* Agile und lean-artige Vorgehensmodelle in der Software-Entwicklung. *Spezielles Fachwissen:* Konzeption und Einführung von adaptiven Entwicklungsprozessen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-720  
**E-Mail:** ralf-dieter.schimkat@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr.-Ing. Irenäus Schoppa*

*Lehrgebiete:* Digitaltechnik, Digitale Systeme, Hardwarespezifikation mit VHDL, Hardware-Software Co-Design, Soft-Core-Prozessoren. *Forschungsgebiete:* Entwurfsautomatisierung in der Schaltwerkssynthese, applikationsspezifische Prozessoren und Controller in Embedded-Systemen, Hardwarebeschreibungssprachen. *Spezielles Fachwissen:* Entwurf und Synthese anwendungsspezifischer Schaltungen mit programmierbaren Logikbausteinen (FPGAs), Schaltungsdesign mit VHDL.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-644  
**E-Mail:** irenaeus.schoppa@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Ralf Seepold*

*Lehrgebiete:* Ubiquitous Computing, Betriebssysteme, Verteilte Systeme, Software Engineering, Programmierung. *Forschungsgebiete:* Telematik- und Multimedia-Gateways, Service-Architekturen, Integration mobiler Dienste, eHealth/eCare Anwendungen. *Spezielles Fachwissen:* Middleware-Gateways, Programmierung mobiler Endgeräte, Dienstintegration, verteilt

Sensornetzwerke, Virtualisierung von Management-Umgebungen, Discovery-Protokolle.

**Tel.: +49 (0)7531 206-633**

**E-Mail: ralf.seepold@htwg-konstanz.de**

### *Prof. Dr. habil. Stefan Sohn*

*Lehrgebiete:* Grundlagen des Gesundheitswesens, Betriebswirtschaftslehre, Internes und externes Rechnungswesen, Gesundheitsökonomie und Statistik, Controlling im Gesundheitswesen, Kommunikations- und Präsentationstechnik, Geschäftsprozesse im Gesundheitswesen, Gesundheitssysteme. *Forschungsgebiete:* Gesundheitsökonomie, Management im Gesundheitswesen, IT-basierte Prozessunterstützung im Gesundheitswesen. *Spezielles Fachwissen:* Strategisches Management von Gesundheitseinrichtungen, gesundheitsökonomische Evaluationen, Integrierte Versorgung.

**Tel.: +49 (0)7531 206-506**

**E-Mail: stefan.sohn@htwg-konstanz.de**

### *Prof. Dr. Georg Umlauf*

*Lehrgebiete:* Computergrafik, Programmieren, Algorithmen und Datenstrukturen, CAD. *Forschungsgebiete:* Computergrafik, geometrisches Modellieren, CAD, CAM, CAGD, Reverse Engineering. *Spezielles Fachwissen:* Unterteilungsalgorithmen, Splines, 3D-Rekonstruktion, Flächen Optimierung, Meshing, 3d-Simulationen.

**Tel.: +49 (0)7531 206-451**

**E-Mail: georg.umlau@htwg-konstanz.de**

### *Prof. Dr. Christian Wache*

*Lehrgebiete:* Grundlagen der Gesundheitsinformatik und Studienmethodik, Grundlagen der Medizin, Datenbank- und Informationssysteme, Medizinprodukterecht, Medizintechnik, Informationssysteme im Gesundheitswesen, Requirements und Usability Engineering. *Forschungsgebiete:* Krankenhausinformationssysteme, Arztpraxissysteme, Mobile eHealth, Ambient Assisted Living. *Spezielles Fachwissen:* Krankenhausinformationssysteme, Datenschutz, Medizinprodukterecht, Produktmanagement, CPOE, CDSS.

**Tel.: +49 (0)7531 206-9017**

**E-Mail: christian.wache@htwg-konstanz.de**

### *Prof. Dr.-Ing. Jürgen Wäsch*

*Lehrgebiete:* Datenbank- und Informationssysteme, E-Business Technologien, Information Engineering. *Forschungsgebiete:* Innovative Datenbank-Anwendungen, Datenbank-Technologien, Verteilte Systeme und Peer-to-Peer-Netzwerke, Kollaborative Systeme und Soziale Netzwerke, Adaptive NAT-Traversierung. *Spezielles Fachwissen:* Datenbanksysteme, -technologien und -anwendungen, XML-Standards und -Technologien, Service-orientierte Architekturen und Web-Services, Business-to-Busi-

ness-Integration, E-Business-Standards, Produktdatenmanagement, Produktklassifikation, elektronische Produktkataloge.

**Tel.: +49 (0)7531 206-502**

**E-Mail: juergen.waesch@htwg-konstanz.de**



## **Maschinenbau**

### *Prof. Dr.-Ing. Guido Baltes*

*Lehrgebiete:* Strategic Management, Corporate Entrepreneurship, Strategische Innovation, Strategische Veränderung, Innovationsmarketing. *Forschungsgebiete:* Dynamische Strategieentwicklung, Strategiefokussiertes Kompetenzmanagement, Innovationslabor eArchitecture Lab. *Spezielles Fachwissen:* Strategieentwicklung, strategische Transition & Veränderung, kundenzentrierte (demand-side) Innovation, strategisches Patentmanagement.

**Tel.: +49 (0)7531 206-310**

**E-Mail: guido.baltes@htwg-konstanz.de**

### *Prof. Dr. rer. pol. Ulrich Behnen*

*Lehrgebiete:* Integriertes Produkt- und Prozessmanagement, softwarebasierte Prozessmodellierung, Informations- und Wissenssysteme, Corporate Entrepreneurship, diverse softwaregestützte Unternehmenssimulationen sowie Business Planning. *Forschungsgebiete:* Prozessmanagement, Prozessmodellierung, Produktmanagement, E-Business und Web-Technologien, Open Source Software, Ontologien für Semantische Web Services, Smart Sensors usf. *Spezielles Fachwissen:* PLM-basiertes integriertes Produkt- und Prozessmanagement, CRM, E-Business und Web-Technologien, Innovationsprozesse, Unternehmensentwicklung, Gründungsmanagement.

**Tel.: +49 (0)7531 206-752**

**E-Mail: ulrich.behnen@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Uwe Behrendt**

*Lehrgebiete:* Anlagentechnik, Prozessmaschinen, Projektmanagement, Mathematik, Innovationsmanagement. *Forschungsgebiete:* Hochdruckprozesspumpen, Dosiertechnik. *Spezielles Fachwissen:* Prozesspumpen, Projektmanagement, Innovationsmanagement.

**Tel.: +49 (0)7531 206-326**

**E-Mail: uwe.behrendt@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Peter Blohm**

*Lehrgebiete:* Konstruktionslehre. *Forschungsgebiete:* Anlagenbau, Walzwerkstechnik, Maschinenelemente. *Spezielles Fachwissen:* Blechbearbeitung, Blechschneiden, Anlagenbau.

**Tel.: +49 (0)7531 206-560**

**E-Mail: peter.blohm@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr.-Ing. Lazar Bošković**

*Lehrgebiete:* Konstruktion und Berechnung. *Forschungsgebiete:* Strukturanalyse und Bauteiloptimierung mit Finite Element Methode (FEM), Betriebsfestigkeit. *Spezielles Fachwissen:* FEM, Festigkeitsberechnung, Ermüdungsfestigkeit, Bruchmechanik, Schraubenberechnung, Strukturdynamik, Parameteroptimierung.

**Tel.: +49 (0)7531 206-468**

**E-Mail: lazar.boskovic@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Thomas Böttcher**

*Lehrgebiete:* Unternehmensführung und Organisation, Personal Marketing. *Forschungsgebiete:* Personal- und Organisationsentwicklung, Change Management, Unternehmenskultur. *Spezielles Fachwissen:* Strategisches und operatives Change Management, Entwicklung und Gestaltung von Unternehmenskultur.

**Tel.: +49 (0)7531 206-277**

**E-Mail: thomas.boettcher@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Michael Butsch**

*Lehrgebiete:* Fahrzeugtechnik, Fahrzeuggetriebe. *Forschungsgebiete:* Fahrzeuggetriebe, Antriebstechnik, Fahrzeugtechnik. *Spezielles Fachwissen:* Planetengetriebe, Fahrzeuggetriebe, Industriegetriebe.

**Tel.: +49 (0)7531 206-575**

**E-Mail: michael.butsch@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr.-Ing. Todd Deißer**

*Lehrgebiete:* Werkstofftechnik, Fertigungsverfahren. *Forschungsgebiete:* Beschichtungstechnik, Umformtechnik, Gießereitechnik, Verschleiß- und Korrosionsschutz, Schweißtechnik, Löttechnik, Unterwassertechnik. *Spezielles Fachwissen:* Löt- und Schweißtechnik, Beschichtungstechnik, Verschleißschutz, thermische Trenn- und Fügetechnik.

**Tel.: +49 (0)7531 206-283**

**E-Mail: tdeisser@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Arno Detter**

*Lehrgebiete:* Umwelttechnik und Chemie. *Forschungsgebiete:* Industrielle Wasser- und Abwassertechnik. *Spezielles Fachwissen:* Membrantrennverfahren, Adsorptionverfahren, Reaktionstechnik.

**Tel.: +49 (0)7531 206-537**

**E-Mail: arno.detter@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr.-Ing. Martin Domm**

*Lehrgebiete:* Mathematik, Rechnungswesen/ Kostenrechnung für Ingenieure, Produktivitätsmanagement, Automatisierungstechnik. *Forschungsgebiete:* Produktionsrestrukturierung, Gruppenarbeit, KVP-Prozesse, Robotertechnik, Handhabungstechnik, Bildverarbeitung. *Spezielles Fachwissen:* Produktionsrestrukturierung, Gruppenarbeit, KVP-Prozesse, Robotertechnik, Handhabungstechnik, Bildverarbeitung, Produktionsmanagement.

**Tel.: +49 (0)7531 206-280**

**E-Mail: martin.domm@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Klaus-Dieter Durst**

*Lehrgebiete:* Messtechnik, Sensorik, Fertigungsmesstechnik, Physik. *Spezielles Fachwissen:* Sensortechnik, Akustik, exp. mechan. Spannungsanalyse (DMS-Technik), Messsignalerfassung, Signalanalyse, Programmierung von Messtechnik-Applikationen, Kalibriertechnik, Messstatistik, 3D-Koordinatenmesstechnik, interferometrische Messtechnik (Oberflächenmesstechnik).

**Tel.: +49 (0)7531 206-344**

**E-Mail: klaus-dieter.durst@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Ludwig Eicher**

*Lehrgebiete:* Thermodynamik, Wärmeübertragung, Strömungslehre. *Spezielles Fachwissen:* Klimatechnik, insbesondere Luftentfeuchtung und Wassermanagement, Thermalanalyse, Systemengineering im Raumfahrtbereich.

**Tel.: +49 (0)7531 206-282**

**E-Mail: ludwig.eicher@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr. Ralf Eissler**

*Lehrgebiete:* Qualitätsmanagement, Produktionslogistik, Automatisierungstechnik, Statistik und Operations Research. *Forschungsgebiete:* Qualitätsmanagement, Total Quality Management, Lean Production, Supply Chain Management. *Spezielles Fachwissen:* Total Quality Management, Lean Production, Supply Chain Management.

**Tel.: +49 (0)7531 206-323**

**E-Mail: ralf.eissler@htwg-konstanz.de**

**Prof. Dr.-Ing. Ingo Fricker**

*Lehrgebiete:* Fabrikplanung, Materialflusssysteme, Lean Production/Lean Management, Produktionsplanung, Produktionslogistik. *Spezielles Fachwissen:* Produktionsplanung, Restrukturierung, Internationale Fabrikplanung, Osteuropa / Indien.



**Tel.:** +49 (0)7531 206-543  
**E-Mail:** ingo.fricker@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Manfred Glaser*

*Lehrgebiete:* Buchführung und Jahresabschluss, Bilanzierung und Besteuerung, Finanzierung. *Forschungsgebiete:* Rechnungslegung und Besteuerung von KMU. *Spezielles Fachwissen:* Rechnungslegung und Besteuerung von KMU.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-719  
**E-Mail:** manfred.glaser@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel*

*Lehrgebiete:* Werkstoffkunde, Werkstoffprüfung, Korrosion und Oberflächentechnik. *Forschungsgebiete:* Mikrobiell induzierte Korrosion, Formgedächtnislegierungen, Korrosionsverhalten von NIRO-Stahl, Leistungsverhalten von Werkzeugen. *Spezielles Fachwissen:* Korrosionsverhalten von Stählen, nichtrostende Stähle, Werkzeugwerkstoffe, Verschleißverhalten von Werkstoffen.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-316  
**E-Mail:** paul.guempel@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Kurt Heppler*

*Lehrgebiete:* Mechanik, Maschinenkonstruktionslehre. *Spezielles Fachwissen:* Agrarsystemtechnik, Mobile Arbeitsmaschinen, Fördertechnik, mech. Verfahrenstechnik und Maschinenelemente.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-321  
**E-Mail:** kurt.heppler@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Christian Hettich*

*Lehrgebiete:* Fertigungsmesstechnik, Regelungstechnik, Physik. *Forschungsgebiete:* optische Messtechniken, Systemmesstechnik, Systemsengineering, Toleranzbudgetierung. *Spezielles Fachwissen:* Optik: von EUV bis IR, Mikroskopie, Spektroskopie, Interferometrie, nichtlineare Optik, Time-of-Flight Abstandsmessungen, Homodynmessungen (AC/DC), bildgebende Messmethoden, tomographische Messmethoden; Systemsengineering.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-348  
**E-Mail:** christian.hettich@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr.-Ing. Werner Hofacker*

*Lehrgebiete:* Thermische Verfahrenstechnik. *Forschungsgebiete:* Verfahrenstechnik, Umwelttechnik, Energietechnik (rationelle Energieverwendung, Erneuerbare Energien). *Spezielles Fachwissen:* Verfahrenstechnik, Umwelttechnik, Energietechnik (rationelle Energieverwendung, erneuerbare Energien), numerische Thermo- und Fluidodynamik, Simulationstechnik, thermische Stofftrennung.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-593  
**E-Mail:** werner.hofacker@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Ditmar Ihlenburg*

*Lehrgebiete:* Technologie- und Innovationsmanagement, Technischer Vertrieb, Marketing, Betriebliche Informationssysteme, Open Innovation Methoden. *Forschungsgebiete:* Interaktive Wertschöpfung und Kundenintegration. *Spezielles Fachwissen:* Industrie 4.0, Internet der Dinge und Smart Services.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-238  
**E-Mail:** ditmar.ihlenburg@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr.-Ing. Uwe Kosiedowski*

*Lehrgebiete:* Aktoren, Modellbildung und Simulation mechatronischer Systeme, Elektronik in Fahrzeugen, Mechatronische Systeme in Fahrzeugen, Schaltungstechnik in mechatronischen Systemen, Programmierung von Mikrocontrollern, Elektrotechnik, Einführung in Matlab/Simulink. *Forschungsgebiete:* Modellbildung und Simulation von mechatronischen Systemen, Prüfeinrichtungen für Systeme der Fahrzeugelektronik, Steuerung und Regelung elektromechanischer Antriebssysteme, Mikrocontrollersysteme. *Spezielles Fachwissen:* Modellierung, Simulation und Regelung mechatronischer Systeme, Hard- und Softwareentwicklung für die Steuerung und Regelung mechatronischer Systeme.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-721  
**E-Mail:** uwe.kosiedowski@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr.-Ing. Marcus Kurth*

*Lehrgebiete:* Regelungs- und Systemtechnik. *Forschungsgebiete:* Automatisierung in der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung. Führung und Regelung von elektrischen Übertragungsnetzen. Optimierung von technischen und nichttechnischen Prozessen. *Spezielles Fachwissen:* Modellierung, Simulation, Projektierung und Optimierung technischer und nichttechnischer Systeme.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-778  
**E-Mail:** marcus.kurth@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr.-Ing. Burkhard Lege*

*Lehrgebiete:* Konstruktionslehre, Maschinenelemente, CAD. *Forschungsgebiete:* Schienenfahrzeugtechnik (im Aufbau). *Spezielles Fachwissen:* Schienenfahrzeugtechnik, Automatisierung von Schienenfahrzeugen, Lokomotivbau, Fahrwerkberechnung, internationale Zulassungsanforderungen für Schienenfahrzeuge.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-309  
**E-Mail:** burkhard.lege@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Andreas Lohmberg*

*Lehrgebiete:* Strömungslehre, Strömungsmaschinen (Turbo-maschinen), Strömungssimulationen (CFD). *Forschungsgebiete:* Strömungslehre, Strömungsmaschinen (Turbomaschinen), Strömungssimulationen (CFD). *Spezielles Fachwissen:* Pumpen-, Verdichter- und Turbinenentwicklung, Computational Fluid Dynamics (CFD), numerische Strömungssimulation.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-229  
**E-Mail:** andreas.lohmberg@htwg-konstanz.de



### Prof. Dr.-Ing. Carsten Manz

*Lehrgebiete:* Unternehmensführung, Projektmanagement, Industriegütermarketing, Werkstofftechnik (Kunststoffe). *Forschungsgebiete:* Strategisches Management, Innovationsmanagement, Technologiemanagement, Faserverbundwerkstoffe. *Spezielles Fachwissen:* Projektmanagement, Unternehmensführung, Lasermaterialbearbeitung (reinigen, abtragen), Faserverbundtechnologie.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-292

**E-Mail:** carsten.manz@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Roland Nägele

*Lehrgebiete:* Steuerungstechnik, Regelungstechnik. *Forschungsgebiete:* Strukturierte SPS-Programmierung, PC-based control (Soft-SPS), Prüfstandsautomatisierung, Frequenzmessungen und Modellierung. *Spezielles Fachwissen:* Zustandsbeobachter, Model-based fault detection, Optimierung der Zuverlässigkeit (dependability), elektronische Schaltungen, komplexe Messdaten-Analyse, z.B. Sprungdetektion.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-290

**E-Mail:** roland.naegele@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Antonius Sax

*Lehrgebiete:* Konstruktion, Konstruktionslehre, Werkzeugmaschinen. *Spezielles Fachwissen:* Verzahnungen, Getriebe.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-279

**E-Mail:** antonius.sax@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Kerstin Schaper-Lang

*Lehrgebiete:* Volkswirtschaftslehre, Betriebswirtschaftslehre, CRM –Customer Relationship Management, Managerial Economics, Betriebliche Informationssysteme. *Forschungsgebiete:* Innovationsmanagement, Corporate Identity, Organisationskultur, Kundenorientierung. *Spezielles Fachwissen:* Business-Coaching, NLP, Wirtschaftsethik.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-687

**E-Mail:** kerstin.schaper-lang@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Udo Schelling

*Lehrgebiete:* Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung, Energietechnik. *Forschungsgebiete:* Brennstoffzellen, Wassertechnik.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-304

**E-Mail:** udo.schelling@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Karen Schirmer

*Lehrgebiete:* Apparatebau (Apparate und Armaturen; Konstruktion und Berechnung); Technische Mechanik; Konstruktionslehre, CAD; Methodik und Risikobeurteilung im Konstruktions- und Entwicklungsprozess; Abgasnachbehandlung (automotive; Filter & Katalysatoren); Recycling. *Spezielles Fachwissen:* Methodik und Risikobeurteilung im Konstruktions- und Entwicklungsprozess; Konstruktion verfahrenstechnischer Apparate & Armaturen, Abgasnachbehandlung.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-594

**E-Mail:** karen.schirmer@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr.-Ing. Carsten Ch. Schleyer

*Lehrgebiete:* Produktionsplanung, Produktionsnetzwerke, Lean Production, Materialwirtschaft, Produktionslogistik, Betriebliche Informationssysteme. *Forschungsgebiete:* 'Lean Production, Prozess-Simulation, Produktionsplanung, APS-Systeme, Wertschöpfungssysteme. *Spezielles Fachwissen:* Produktionsmanagement, Lean Production / Lean Management, Wertschöpfungssysteme, Produktionsplanung.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-779

**E-Mail:** carsten.schleyer@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr.-Ing. Klaus Schreiner

*Lehrgebiete:* Verbrennungsmotoren, Kraft- und Arbeitsmaschinen, Mathematik. *Forschungsgebiete:* Biodiesel auf dem Bodensee, Gasmotoren auf dem Bodensee, Motordiagnose, Motorsimulation. *Spezielles Fachwissen:* Motorsimulation, Motordiagnose, Verbrennungsentwicklung, Common Rail.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-307

**E-Mail:** klaus.schreiner@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Dieter Schwechten

*Lehrgebiete:* Mechanische Verfahrenstechnik, Abluftreinigung, Strömungslehre, Mehrphasenströmungen, Konstruktion von Apparaten der Pharma- und Lebensmitteltechnik, Methoden der Verfahrenstechnik. *Spezielles Fachwissen:* Feststoffverfahrenstechnik, insbesondere Mahlen und Sichten, Herstellung, Veredelung und Analyse feiner und feinsten Partikel (trocken, nass), Online-Partikelmesstechnik und Probenahme Sortiertechnik, Aufbereitung und Recycling Konstruktion verfahrenstechnischer Apparate, CAD.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-535

**E-Mail:** dieter.schwechten@htwg-konstanz.de

### Prof. Dr. Andreas Lohmberg

*Lehrgebiete:* Strömungslehre, Strömungsmaschinen (Turbo-maschinen), Strömungssimulationen (CFD). *Forschungsgebiete:* Strömungslehre, Strömungsmaschinen (Turbomaschinen), Strömungssimulationen (CFD). *Spezielles Fachwissen:* Pumpen-, Verdichter- und Turbinenentwicklung, Computational Fluid Dynamics (CFD), numerische Strömungssimulation.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-229

**E-Mail:** andreas.lohmberg@htwg-konstanz.de



**Prof. Dr. Philipp Steibler**

*Lehrgebiete:* Technische Mechanik, Simulation und Programmieren. *Forschungsgebiete:* Finite-Elemente-Simulation.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-727

**E-Mail:** philipp.steibler@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr.-Ing. Jens Weber**

*Lehrgebiete:* Technische Mechanik, Schwingungstechnik, MKS-Simulation, Mathematik, Modellbildung und Simulation. *Forschungsgebiete:* Dynamische Simulation hochwechselbelasteter Rädertriebe, Hochdruckpumpen und andere Motorkomponenten, MKS-Simulation, Stabilitätsuntersuchungen und Walzanlagen und Walzprozessen, nichtlineare Dynamik radial gekoppelter Rotoren. *Spezielles Fachwissen:* Mehrkörpersysteme, nichtlineare Dynamik, Schwingungsmessung und -analyse, Signalanalyse, mathematische Modellbildung und Simulation, Numerik, FEM.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-408

**E-Mail:** jens.weber@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr.-Ing. Reinhard Winkler**

*Lehrgebiete:* Werkstofftechnik; Mathematik; Trenn- und Fügetechnik; Technische Mechanik. *Forschungsgebiete:* Werkstofftechnik; Trenn- und Fügetechnik. *Spezielles Fachwissen:* Werkstofftechnik: Leichtmetallwerkstoff Aluminium (Legierungsentwicklung, Space-Frame-Technologie).

**Tel.:** +49 (0)7531 206-754

**E-Mail:** reinhard.winkler@htwg-konstanz.de

**Wirtschafts-, Kultur und Rechtswissenschaften****Prof. Dr. jur. Rainer Bakker**

*Lehrgebiete:* Wirtschafts- und Gesellschaftsrecht, EU-Recht, Rechtsvergleichung, Konfliktmanagement/ Alternative Dispute Resolution (ADR), Gewerblicher Rechtsschutz/ Intellectual Property inklusive Medien- und Urheberrecht. *Forschungsgebiete:* ADR (Einsatz der Mediation und ähnlicher Verfahren

im Wirtschaftsrecht), Internationale Zuliefererverträge und Kooperationsverträge (F&E). *Spezielles Fachwissen:* Gestaltung internationaler Zuliefererverträge, Alternative Streitbeilegung, Rechtsfragen des E-commerce.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-426

**E-Mail:** rainer.bakker@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Jochen Benz**

*Lehrgebiete:* Logistik (insbesondere Materialwirtschaft, Produktion, Simulation in der Logistik, IT-Systeme), Wirtschaftsinformatik, Allgemeine BWL. *Forschungsgebiete:* Management Informationssysteme und Business Intelligence. *Spezielles Fachwissen:* Management Informationssysteme und Business Intelligence, Simulation in der Logistik.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-125

**E-Mail:** jochen.benz@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Beate Bergé**

*Lehrgebiete:* Volkswirtschaftslehre, International Economics. *Spezielles Fachwissen:* Qualitätsmanagement.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-652

**E-Mail:** beate.berge@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Andreas Bertsch**

*Lehrgebiete:* Grundlagen der BWL, Finanzierung, Bilanzierung, Bilanzpolitik und Bilanzanalyse nach Handelsgesetzbuch (HGB) und International Financial Reporting Standards (IFRS), Case Studies, Steuersysteme und Investitionsförderung. *Forschungsgebiete:* Rechnungslegung nach HGB und IFRS, Risikomanagement, Unternehmensbesteuerung, Unternehmensbewertung, Unternehmensfinanzierung. *Spezielles Fachwissen:* Umstellung der Rechnungslegung von HGB auf IFRS, Bilanzierung von Finanzinstrumenten, insbesondere Derivate und strukturierte Produkte, nach nationalen und internationalen Grundsätzen, Unternehmensbewertung, Risikomanagement bei Banken.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-531

**E-Mail:** andreas.bertsch@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Frank Best**

*Lehrgebiete:* Allgemeine BWL, Internationales Management, Vertriebsmanagement, Kosten- und Leistungsrechnung, Strategisches Controlling, Qualitätsmanagement. *Spezielles Fachwissen:* Internationales Management, Internationaler Vertrieb; Glasindustrie, Solarindustrie.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-338

**E-Mail:** frank.best@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. jur. Susanne Engelsing**

*Lehrgebiete:* Markenrecht, Geschmacksmusterrecht, Patentrecht, Gebrauchsmusterrecht, Urheberrecht, Wettbewerbsrecht, Arbeitnehmererfinderrecht, Systematik und Methoden der Rechtswissenschaft, BGB Allgemeiner Teil und Allgemeines Schuldrecht, Besonderes Schuldrecht, Deutsches und Europäisches Verfassungsrecht. *Forschungsgebiete:* Markenrecht,

Geschmacksmusterrecht, Patentrecht, Gebrauchsmusterrecht, Urheberrecht, Wettbewerbsrecht, Arbeitnehmererfinderrecht. *Spezielles Fachwissen:* Markenrecht, Geschmacksmusterrecht, Patentrecht, Gebrauchsmusterrecht, Urheberrecht, Wettbewerbsrecht, Arbeitnehmererfinderrecht, Presserecht, Lebensmittellkennzeichnungsrecht (über 13-jährige Tätigkeit als Wirtschaftsrechtsanwältin in diesen Rechtsgebieten).

**Tel.:** +49 (0)7531 206-746

**E-Mail:** susanne.engelsing@htwg-konstanz.de

### *Prof. Peter Franklin*

*Lehrgebiete:* Courses on Intercultural Business and Management Communication, current Research on Intercultural Business and Management Communication, Business Negotiation, Business Presentations, Business Writing, Business Terminology. *Forschungsgebiete:* Curriculum and Media Development in Intercultural Business and Management Communication, Cross-cultural Management and Marketing Communication, language teaching.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-396

**E-Mail:** peter.franklin@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Stephan Grüninger*

*Lehrgebiete:* Allgemeine BWL, Managerial Economics, Compliance und Corporate Governance, Wirtschafts- und Unternehmensethik. *Forschungsgebiete:* Corporate Governance und Compliance Management, Fraud Risk Management & Fraud Investigation, Compliance Auditing & Monitoring, Wirtschaftsethik / Corporate Responsibility. *Spezielles Fachwissen:* Unternehmensführung und -überwachung, Aufdeckung und Prävention von Wirtschaftskriminalität, insbesondere Korruptionsbekämpfung, Compliance Management und Business Ethics.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-251

**E-Mail:** stephan.grueninger@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Oliver Haag*

*Lehrgebiete:* Gesellschaftsrecht, Handelsrecht, Arbeitsrecht, Bürgerliches Recht, Compliance, Corporate. *Forschungsgebiete:* Betriebsverfassung im Mittelstand, Rechtsverhältnisse von Gesellschaftern und Gesellschaften, Unternehmensnachfolge in Familienunternehmen, Compliance in kleinen und mittelständischen Unternehmen. *Spezielles Fachwissen:* Unternehmensgründung und -nachfolge, Managerhaftung, Gesellschaftsrecht, Handelsrecht, Arbeitsrecht, Beteiligungsverwaltung, Compliance.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-452

**E-Mail:** oliver.haag@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Michael Hadamitzky*

*Lehrgebiete:* Logistik, Supply Chain Management, Produktion. *Forschungsgebiete:* Supply Chain Management in der Automobilindustrie, Einkaufsstrategien im Mittelstand, FuE-Benchmarking im Maschinen- und Anlagebau. *Spezielles Fachwissen:* Logistik, Fertigungsoptimierung, Einkauf, Fabrikplanung, Restrukturierung, Innovationsmanagement.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-341

**E-Mail:** michael.hadamitzky@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Konstantin Hassemer*

*Lehrgebiete:* Internationales Management, Supply Chain Management, Strategie und Kultur. *Forschungsgebiete:* Strategie und Kultur, Supply Chain Management in developing economies. *Spezielles Fachwissen:* Internationales Marketing, Beschaffungsmanagement.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-331

**E-Mail:** konstantin.hassemer@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Olaf Hoffmann*

*Lehrgebiete:* Controlling, insbesondere Projektcontrolling, Rechnungswesen, Finanzierung & Investition. *Forschungsgebiete:* Controlling von Finanzdienstleistern sowie Projektcontrolling. *Spezielles Fachwissen:* Vernetzung zwischen Controllingkonzeption und IT-spezifischer Umsetzung, Bankencontrolling, Projektcontrolling.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-655

**E-Mail:** olaf.hoffmann@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Annette Kleinfeld*

*Lehrgebiete:* Wirtschaft und Gesellschaft, insbesondere Wirtschafts- und Unternehmensethik, gesellschaftliche Verantwortung von Unternehmen/ Organisationen (C(S)R), verantwortliche Unternehmensführung, Werte- und Integritätsmanagement, praktische Philosophie und angewandte Ethik. *Forschungsgebiete:* CSR in den sog. BRICS-Staaten (Fokus aktuell: Indien), Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung in mittelständischen und Familienunternehmen, gesellschaftlich/ ethisch verantwortliche Unternehmensführung als Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung und den Sustainable Development Goals, transkulturelles Wertemanagement. *Spezielles Fachwissen:* Unternehmenskultur und Kulturdiagnostik, werteorientierte Unternehmensführung und -steuerung; ISO 26000 und alle daraus abgeleiteten nationalen Fassungen – vom Entwicklungsprozess bis zur praktischen Anwendung.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-404

**E-Mail:** annette.kleinfeld@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Karin Klodt-Bußmann*

*Lehrgebiete:* Wirtschaftsprivatrecht, Öffentliches Wirtschaftsrecht. *Forschungsgebiete:* Internationales Vertragsrecht, Handels- und Gesellschaftsrecht, Vergaberecht. *Spezielles Fachwissen:* Gesellschaftsrechtliche Transaktionen im internationalen Konzern, insbesondere Umstrukturierungen, Gründungen von JVs etc., Internationale Projektverträge insbesondere im Bereich Automotive.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-308

**E-Mail:** katrin.klodt-bussmann@htwg-konstanz.de



**Prof. Dr. Klaus Kohlöffel**

*Lehrgebiete:* Strategische Planung. *Forschungsgebiete:* Strategisches Management, internationale Strategieentwicklung, Coaching von Führungskräften.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-407

**E-Mail:** klaus.kohloeffel@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Christian Krekeler**

*Lehrgebiete:* Deutsch als Fremdsprache, Fachsprache der Wirtschaft für Studierende des Studienkollegs. *Forschungsgebiete:* Fremdsprachenunterricht: Computereinsatz im Fremdsprachenunterricht, Sprachtests. *Spezielles Fachwissen:* Lehrerfortbildungen in der Moderationsmethode.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-395

**E-Mail:** christian.krekeler@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Heinz Mürdter**

*Lehrgebiete:* Wirtschafts- und Finanzmathematik, internationale Wirtschaftsbeziehungen. *Forschungsgebiete:* Theorie und Geschichte der Globalisierung, Ökonomik der Ölförderländer, New Systems Competition. *Spezielles Fachwissen:* Modellierung und Simulation in Ökonomie und Demographie.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-442

**E-Mail:** heinz.muerdter@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Manfred Pollanz**

*Lehrgebiete:* Betriebliches Rechnungswesen, Investition und Finanzierung, Geschäftsplanung und Unternehmensüberwachung, Internationale Rechnungslegung und Wirtschaftsprüfung, Management Consulting. *Forschungsgebiete:* Risikoorientierter Prüfungsansatz, Risikomanagement, Risk Adjusted Balanced Scorecard, Internationale Rechnungslegung. *Spezielles Fachwissen:* Wirtschaftsprüfung, Unternehmensberatung, Internationale Rechnungslegung, KMU-Beratung.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-682

**E-Mail:** manfred.pollanz@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Bernd Richter**

*Lehrgebiete:* Allgemeine BWL, Organisation und Führung, Kommunikation. *Spezielles Fachwissen:* Führung, Personal, Kommunikation.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-333

**E-Mail:** bernd.richter@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Clotilde Rohleder**

*Lehrgebiete:* Innovation Management inkl. Product Lifecycle Management, Marketing, Betriebswirtschaftslehre, Mikro- und Makroökonomie. *Forschungsgebiete:* Innovation Management, Product Lifecycle Management. *Spezielles Fachwissen:* Innovation Management, Product Lifecycle Management.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-484

**E-Mail:** clotilde.rohleder@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Jan-Dirk Rosche**

*Lehrgebiete:* Veranstaltungen im Themenbereich: Personal, Organisation, Führung, Projekt-, Team-, Selbst-Management; Inhouse- und Outdoor-Veranstaltungen. *Forschungsgebiete:* Unternehmerisch orientierte Humancapital-, Leadership- und Organisationsentwicklung und -beratung; Orientierungs-/Assessment-Center, Life- & Work-Planung, Coaching. *Spezielles Fachwissen:* Tätigkeiten und Führungsaufgaben in international tätigen Konzernen der Chemie- und Automobilindustrie im klassischen Human Resources Management, Personalmarketing sowie innovative und strategische Personal- und Organisationsentwicklung, Beratungs- und Trainingserfahrung in Profit- und Non-Profit-Organisationen, Zusatzausbildungen in systemischer und gestaltpsychologischer Beratung und im Career Development.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-403

**E-Mail:** jan-dirk.rosche@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Leo Schubert**

*Lehrgebiete:* Marketing, Statistik, Unternehmensforschung, Kreativität und Ideenmanagement, International Finance Markets. *Forschungsgebiete:* Kapitalmarktforschung, Kundenzufriedenheitsforschung. *Spezielles Fachwissen:* Portfoliooptimierung, multivariate Datenanalyse.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-429

**E-Mail:** leo.schubert@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Stefan Schweiger**

*Lehrgebiete:* Allgemeine BWL mit Schwerpunkt industrielle Projektplanung und Prozessmanagement. *Forschungsgebiete:* Supply Chain Management, Servicemanagement im Maschinen- und Anlagenbau. *Spezielles Fachwissen:* Change Management, Projektmanagement, Logistik/SCM, Servicemanagement (Maschinen-/Anlagenbau).

**Tel.:** +49 (0)7531 206-443

**E-Mail:** stefan.schweiger@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Marc Strittmatter**

*Lehrgebiete:* Bürgerliches Recht, Handelsrecht, Informationsrecht, Vertragsmanagement, Datenschutzrecht, Urheberrecht. *Forschungsgebiete:* Cloud Computing, Datenschutzrecht, Internationales Privatrecht. *Spezielles Fachwissen:* Technisches Recht, insbesondere IT Projektvertragsrecht.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-755

**E-Mail:** marc.strittmatter@htwg-konstanz.de

**Prof. Dr. Gabriele Thelen**

*Lehrgebiete:* Fachsprache Deutsch und interkulturelle Kommunikation. *Forschungsgebiete:* Interkulturelle Kommunikation, Deutsch als Fremdsprache. *Spezielles Fachwissen:* Fortbildungen im Bereich Krisenkommunikation, Konfliktmanagement und Verhandlungsführung.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-640

**E-Mail:** gabriele.thelen@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Tatjana Thimm*

*Lehrgebiete:* Tourismusmanagement, Schwerpunkt Marketing.

*Forschungsgebiete:* Destinationsmanagement, Nachhaltiger Tourismus, Kulturtourismus; regional: Indien, Bodensee.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-145

**E-Mail:** tatjana.thimm@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Werner Volz*

*Lehrgebiete:* Allgemeine BWL, insbesondere Finanzierung und Betriebswirtschaftliche Steuerlehre; Betreuer des Arbeitskreises

„Unternehmensrechnung und Steuern“. *Forschungsgebiete:* Finanzierung und Steuern, Internationale Rechnungslegung nach International Financial Reporting Standards (IFRS), Unternehmensnachfolge und Besteuerung sowie Fragen der grenzüberschreitenden Besteuerung. *Spezielles Fachwissen:* Umstellung der Rechnungslegung von Handelsrecht auf International Financial Reporting Standards in mittelständischen Unternehmen, Erarbeitung von Unternehmensnachfolgekonzepten, Erstellung von Unternehmenswertgutachten, Entwicklung von Wegzugsbesteuerungskonzepten in Niedrigsteuergebiete (CH).

**Tel.:** +49 (0)7531 206-405

**E-Mail:** werner.volz@htwg-konstanz.de

### *Prof. Dr. Sharon Zaharka*

*Lehrgebiete:* Wirtschaftsenglisch, Technisches Englisch, Interkulturelle Kommunikation, Landeskunde USA. *Forschungsgebiete:* Fremdsprachendidaktik: Fachsprache Wirtschaft an

Hochschulen, Interkulturelle Kommunikation. *Spezielles Fachwissen:* Fachsprache Wirtschaft, Interkulturelle Kommunikation bezogen auf USA.

**Tel.:** +49 (0)7531 206-487

**E-Mail:** sharon.zaharka@htwg-konstanz.de





# Projekte

## Forschungsprojekte der HTWG Konstanz

### Architektur und Gestaltung

#### *Wechselwirkung bei der Kommunikation mit Geschriebenem, Präsentiertem und Bildern*

Im Projekt werden die Fragestellungen untersucht: Welche Wechselwirkungen entstehen bei der Kommunikation mit Geschriebenem, Präsentiertem, und Bildern? Wie geht eine Professionalisierung dieser Kommunikation vonstatten? Wie kann sie befördert werden, insbesondere bei der Vermittlung komplexer Sachverhalte wie in der Kommunikation von Wissenschaft und Technik?

**Prof. Dr. phil. Volker Friedrich**

**Tel.: +49 (0)7531 206-659**

**E-Mail: volker.friedrich@htwg-konstanz.de**

#### *Interwenire – Temporäre Interventionen im öffentlichen Raum in Muri*

Im Rahmen eines Wettbewerbs wurden in der Gemeinde Muri kostengünstige Interventionen zur Aufwertung des öffentlichen Raums gestaltet. Von Studierenden der HTWG Konstanz wurden diese Projekte installiert: „Große Freiheit“: Die Unterführung wird zur imaginären U-Bahn-Station. Von hier aus ist Downtown, Brooklyn und die ganze Welt nur eine Haltestelle entfernt. Die Linie M1 bringt jeden dorthin, wohin er möchte. Die enge, unbehagliche Unterführung verwandelt sich, wird mit positiven Assoziationen besetzt und vermittelt für einen Moment ein Gefühl von Fernweh, Reiselust und Freiheit. „Fußgängerliege“: Der vorhandene Fußgängerstreifen am Adelburger Platz löst sich vom Boden, wird dreidimensional und entwickelt sich zu einer überdimensionierten Liege. Der bisher ausschließlich vom Autoverkehr geprägte Platz bietet nun einen Ort der zum Verweilen einlädt und zum Reflektieren über Zeit und Geschwindigkeit anregt. „Himmel auf Erden“: Das Einkleiden des Kreuzes mit spiegelndem Material hebt seine steinerne Schwere auf und verbindet es zugleich mit seiner Umgebung. Durch das Abbild der Natur und des Himmels auf seinen Oberflächen strahlt es eine neue Größe aus. Dabei entstehen für jeden Betrachter eigene und immer wieder neue Bilder, die unterschiedliche Interpretationen ermöglichen.

**Prof. Myriam Gautschi; Prof. Eberhard Schlag**

**Tel.: +49 (0)7531 206-185**

**E-Mail: myriam.gautschi@htwg-konstanz.de;  
eberhard.schlag@htwg-konstanz.de**

#### *Szenografische Neugestaltung*

Im Projekt wurde ein Konzept für die szenografische Neugestaltung des Hesse Museums in Gaienhofen entwickelt. Ziel war es, mit vorhandenen Exponaten in bestehenden Räumlichkeiten eine angemessene, inhaltlich und gestalterisch anspruchsvolle Ausstellung zu gestalten.

**Prof. Eberhard Schlag**

**Tel.: +49 (0)7531 206-185**

**E-Mail: eberhard.schlag@htwg-konstanz.de**

#### *Virtuelle Rekonstruktion*

Das Projekt beinhaltet die Erarbeitung eines gestalterischen Gesamtkonzeptes für den Ausstellungsbereich der virtuellen Rekonstruktion der neolithischen Siedlung Hornstaad für die Große Landesausstellung 2016 in Bad Schussenried.

**Prof. Eberhard Schlag**

**Tel.: +49 (0)7531 206-185**

**E-Mail: eberhard.schlag@htwg-konstanz.de**

#### *Energieeffizientes Bauen*

Baunetz Wissen Solar: Das größte deutschsprachige Online-Portal für Architekten dient als Informationsplattform für das aktuelle Baugeschehen und wird als Nachschlagewerk für die Planung genutzt. Das Wissensportal zum Thema Solares Bauen wird vom Fachgebiet Energieeffizientes Bauen inhaltlich betreut. Ziel ist die Vermittlung aktueller Entwicklungen in Forschung und Praxis an Architekt/inn/en und Interessierte. Energieanalysen (HAWK Hildesheim, Greenpeace, Hamburg, Probsteikirche Leipzig): Die Energieuntersuchungen sind eine Hilfestellung für Architekturbüros im Wettbewerb. In Auftrag gegeben vom Wettbewerbsauslober, stellt die Untersuchung die Möglichkeiten der Energienutzung und -produktion am Grundstück übersichtlich und ansprechend dar.

**Prof. Dr.-Ing. Thomas Stark**

**Tel.: +49 (0)7531 206-191**

**E-Mail: thomas.stark@htwg-konstanz.de**

#### *Energieeffiziente Beleuchtungsanwendungen mit LEDs durch angepasste optische Auskoppelsysteme – LED-Oasys*

Mit der Patentierung der Glühlampe legte Thomas Alva Edison im Jahre 1880 den Grundstein für die Einführung einer elektrischen Gebäudebeleuchtung. Deren Techno-

logie ist nach wie vor die Grundlage für eine Vielzahl von Lösungen in der Beleuchtungstechnik. Die Glühlampe hat den Vorteil einer exzellenten Farbwiedergabe, der stufenlosen Dimmbarkeit und einem unproblematischen Ein- und Ausschaltverhalten. Die Energieeffizienz dieser Leuchtmittel ist jedoch sehr gering. Unter dem Gesichtspunkt der Energieeinsparung wurde daher ein stufenweises Verkaufsverbot für Glühlampen innerhalb der Europäischen Union beschlossen. Alternative Leuchtmittel mit einer deutlich höheren Energieeffizienz sind beispielsweise Gasentladungs- oder Kompaktleuchtstofflampen (die sogenannten Energiesparlampen). Wenngleich diese als vollwertiger Ersatz für die Glühlampe propagiert werden, haben auch sie erhebliche Nachteile. Dies betrifft vor allem die Farbwiedergabe und das Einschaltverhalten. Ebenfalls nicht unproblematisch ist das in diesen Lampen enthaltene Quecksilber. Demgegenüber haben Leuchtdioden (LEDs) in den letzten Jahren eine erstaunliche Entwicklung erlebt. Eingeführt als einfarbige (monochrome) Lichtquellen kleiner Leistung war ihre Anwendung zunächst auf Spezialgebiete, wie beispielsweise Anzeigen oder Skalenbeleuchtungen, beschränkt. Mit der Entwicklung der „weisen“ LED – zusammen mit einer erheblichen Leistungs- und Effizienzsteigerung haben diese Leuchtmittel nun das Potential, die obengenannten Alternativen zu ersetzen ohne dabei deren Nachteile zu übernehmen. Besonders interessant in diesem Zusammenhang sind die sogenannten Organischen LEDs (OLED). Diese Technologie befindet sich derzeit im Übergang von der Grundlagenforschung zur Anwendung und kann bereits in einigen Nischenbereichen (beispielsweise besonders brillante Displays von Mobiltelefonen) eingesetzt werden. Speziell diese Technologie besitzt das Potential die Gebäudebeleuchtung grundlegend zu verändern. Es besteht daher ein großer und aktueller Bedarf, LEDs und OLEDs auch und speziell für die Einsatzfelder Innen- und Außenbeleuchtung weiterzuentwickeln. Bislang werden LEDs und die zugehörige Auskoppel- und Lichtformungsoptiken im Wesentlichen unabhängig voneinander entwickelt. In diesem Projekt soll eine Methodik für den Bau energieeffizienter Innen- und Außenbeleuchtung entwickelt werden. Dazu gehören alle systemrelevanten Aspekte wie das Design und die Herstellung hocheffizienter Freiformoptiken, Thermomanagement, mechanische Randbedingungen, Materialverhalten aber auch Randbedingungen zur Integration in Gebäude und Anlagen mit deren Beleuchtungs- und Energiekonzepten.

**Prof. Dr.-Ing. Thomas Stark**

**Tel.: +49 (0)7531 206-191**

**E-Mail: thomas.stark@htwg-konstanz.de**



## **Fakultät Bauingenieurwesen**

### *Multispectral-Scankamera*

Ziel der Kooperation ist es, die Kompetenzen der HTWG Konstanz im Bereich Farb- und Lichtmesstechnik mit den Fähigkeiten eines Unternehmens zu vereinigen, um so schneller Anwendungen und Produkte im Bereich Farb-Kamera Scantechnik umsetzen zu können.

**Prof. Dr. Bernd Jödicke**

**Tel.: +49 (0)7531 206-345**

**E-Mail: bernd.joedicke@htwg-konstanz.de**

### *Weggesteuerte Abnahmeprüfungen an zementgebundenen Stabilisierungssäulen*

Es werden Bauwerke, bzw. Teile von Bauwerken des Hoch- und Tiefbaus auf Schäden untersucht, die die Gebrauchstauglichkeit oder die Tragfähigkeit vermindern könnten. Vorwiegend handelt es sich dabei um drei Gruppen von Schadensursachen: Planungs- oder herstellungsbedingte Mängel bei Neubauten, Mängel und Bauschäden infolge witterungsbedingter Einflüsse, Materialermüdung und Abnutzung, vorwiegend an älteren Bauwerken und Brandschäden. Die Zustandserfassung ist in der Regel mit verschiedenen Untersuchungen vor Ort verbunden, wie z.B. Messung der Karbonatisierungstiefe, Messung der vorhandenen Betonüberdeckung, Messung der Eindringtiefe von Chloriden und die zerstörungsfreie Bestimmung der vorhandenen Druck- bzw. Haftzugfestigkeiten von Bauteilen vor Ort. Ferner werden an betroffenen Stellen Materialproben für weitere Untersuchungen im Labor entnommen. An diesen Proben können z.B. die Feuchte, die Wassereindringtiefe, die Festigkeit, die chemische Zusammensetzung, der Gehalt an wasserlöslichen Salzen und eventuelle Auffälligkeiten im Gefüge untersucht werden. Die vor Ort und an den entnommenen Proben bestimmten Kernwerte werden ausgewertet und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Gebrauchs- bzw. Tragfähigkeit des Bauwerks bewertet.

**Prof. Dr. Wolfgang Reitmeier**

**Tel.: +49 (0)7531 206-224**

**E-Mail: wolfgang.reitmeier@htwg-konstanz.de**

### 5D-Konferenz

The international 5D Conferences take place at the University of Applied Sciences in Constance. Representatives of the construction industry will present their current experiences and skills in applying 5D model-based process integration in practice. Their aim is to discuss the current status of model-based processes and to debate on future developments and envisioned goals. This way we can pro-actively shape the future of the construction industry. Further we can stimulate a healthy exchange of ideas during this debate and benefit from both practice as well as research experience.

**Prof. Dr. Uwe Rickers**

**Tel.: +49 (0)7531 206-716**

**E-Mail: uwe.rickers@htwg-konstanz.de**

### Folgen des Klimawandels auf massengutaffine Unternehmen in Baden-Württemberg – Verwundbarkeiten und modellhafte Anpassungsmaßnahmen

Der Klimawandel betrifft die Unternehmen in Baden-Württemberg in vielfältiger Weise. Während die Auswirkungen des Klimawandels auf Baden-Württemberg schon in mehreren Studien untersucht wurden, sind die konkreten Auswirkungen auf die Unternehmen und deren mögliche Anpassungsmaßnahmen bisher trotz erster Studien in diesem Themenbereich unvollständig analysiert, da die Untersuchungen entweder nur einzelne Auswirkungen des Klimawandels (z.B. mehr Hitzetage) analysieren oder auf bestimmte Räume (z.B. Rhein) fokussieren. Um den wachsenden Beratungsbedarf massengutaffiner Unternehmen zu Klimafragen zu erfüllen und Informationslücken zwischen Wissenschaft und Praxis zu schließen, soll in diesem Projekt der Themenkomplex „Klimawandelfolgen, Verwundbarkeiten und Anpassungsoptionen für massengutaffine Unternehmen in Baden-Württemberg“ untersucht werden. Hierzu soll die massengut-affine Industrie hinsichtlich ihrer Verletzlichkeit gegenüber Transporteinschränkungen während Niedrigwasserperioden analysiert werden. Unter Einbeziehung bereits vorhandener Studien sollen die Vulnerabilitätsuntersuchungen der einzelnen Unternehmen wenn möglich vor Ort geschehen. Die Ergebnisse können dann in ein bestehendes Modell eingepflegt werden, um sowohl die Verwundbarkeit verschiedener Unternehmen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft miteinander vergleichbar zu machen als auch die Auswirkungen von möglichen Anpassungsmaßnahmen zu quantifizieren.

**Prof. Dr. rer. nat. habil. Benno Rothstein**

**Tel.: +49 (0)7531 206-714**

**E-Mail: benno.rothstein@htwg-konstanz.de**

### Kompetenzzentrum Energiewende Konstanz

Das Projekt verfolgt das Ziel, mit Hilfe einer Servicestelle vorhandene Kompetenzen im Bereich der nachhaltigen Energieversorgung von Gebäuden, Kommunen und Regionen an der Hochschule Konstanz professionell zu bündeln und mit externen Experten z.B. aus Unternehmen, Stadtverwaltung und Gesellschaft zusammenzubringen. In einem partizipativen Prozess werden Konstanzer Problemstellungen identifiziert und Kristallisationspunkte für interdisziplinäre, sektorübergreifende Projektteams geschaffen. Entstehende Projektteams werden durch die Servicestelle bei der transdisziplinären Zusammenarbeit methodisch begleitet und insbesondere bei der Organisation von Projektfinanzierungen unterstützt. Das Projekt soll so die Grundlage für innovative, integrierte und anwendungsorientierte Forschungsprojekte zur Energiewende in der Region Konstanz verbessern. Es schafft eine Infrastruktur für die Stärkung des Beitrags der Hochschule Konstanz zur Energiewende in der Region.

**Prof. Dr. Maike Sippel**

**Tel.: +49 (0)7531 206-460**

**E-Mail: maike.sippel@htwg-konstanz.de**

### Anwendung von recycelter Gesteinkörnung aus Mauerwerkabbruch (Typ 2) in RC-Beton

Während für recycelten Betonabbruch die Qualitätsmerkmale zum Einsatz im RC-Beton vielfach geprüft sind und damit zumindest teilweise gebaut wird, sind die Anforderungen für Mauerwerksabbruch noch nicht umfassend chemisch und physikalisch anhand von Kennwerten beschrieben. Hemmnisse ergeben sich u.a. durch unzureichende Bekanntheit von RC-Beton mit RC-Körnung des Typs 2 bei Planern und Bauherren, fehlende Langzeit-Erfahrungen, den möglichen Gipsgehalt im Abbruchmaterial, unzureichende einfache Möglichkeiten der Qualitätskontrolle beim Recycling-Unternehmen vor Ort, die schwankende Wasseraufnahme der verschiedenen Ziegelqualitäten und unzureichende Aussagen zur Dauerhaftigkeit, u. a. Frostbeständigkeit in den entsprechenden Expositionsklassen des Betoneinsatzes.

**Prof. Dr. Sylvia Stürmer**

**Tel.: +49 (0)7531 206-225**

**E-Mail: sylvia.stuermer@htwg-konstanz.de**

### Spezielle Untersuchungen an Bauprodukten

In diesem Arbeitsbereich werden Prüfaufträge an Bauprodukten durchgeführt, die nicht im Rahmen der von der Bauaufsicht geforderten Güteüberwachung, sondern im Auftrag im Zusammenhang mit speziellen Baumaßnahmen oder mit der Entwicklung neuer Bauprodukte durchgeführt werden. Beispiele hierfür sind Spezialprüfungen an Styroporblöcken, die bei Dammschüttungen im Strassenbau verwendet werden, Spezialprüfungen an Glasfaserverstärkten Betonelementen, an Schalungsankern, Verwehrkästen (Abschalelemente mit Anschlussbewehrung), neu entwickelten Estrichen, Festigkeitsprüfungen an Gewebeschnitten, Spezialprüfungen an

Natursteinen, etc. Meist handelt es sich dabei um neu entwickelte Bauprodukte, die im Auftrag der Hersteller auf bestimmte Eigenschaften und Eignungen hin untersucht werden sollen. Da es sich hier oft nicht um Standardprüfungen handelt, für die es Prüfnormen gibt, müssen nicht selten geeignete Prüfverfahren entwickelt werden.

**Prof. Franz Zahn PhD**

**Tel.: +49 (0)7531 206-216**

**E-Mail: franz.zahn@htwg-konstanz.de**

### *Zustandserfassung und Begutachtung von Bauteilen und Baustoffen des Hoch- und Tiefbaus*

Im Auftrag werden Bauwerke bzw. Teile von Bauwerken des Hoch- und Tiefbaus auf Schäden untersucht, die die Gebrauchstauglichkeit oder die Tragfähigkeit vermindern könnten. Vorwiegend handelt es sich dabei um drei Gruppen von Schadensursachen: Planungs- oder Herstellungsbedingte Mängel bei Neubauten, Mängel und Bauschäden infolge Witterungsbedingter Einflüsse, Materialermüdung und Abnutzung, vorwiegend an älteren Bauwerken und Brandschäden. Die Zustandserfassung ist in der Regel mit verschiedenen Untersuchungen vor Ort verbunden, wie z.B. Messung der Karbonatisierungstiefe, Messung der vorhandenen Betonüberdeckung, Messung der Eindringtiefe von Chloriden, und die zerstörungsfreie Bestimmung der vorhandenen Druck- bzw. Haftzugfestigkeiten von Bauteilen vor Ort. Ferner werden an betroffenen Stellen Materialproben für weitere Untersuchungen im Labor entnommen. An diesen Proben können z.B. die Feuchte, die Wassereindringtiefe, die Festigkeit, die chemische Zusammensetzung, der Gehalt an wasserlöslichen Salzen und eventuelle Auffälligkeiten im Gefüge untersucht werden. Die vor Ort und an den entnommenen Proben bestimmten Kennwerte werden dann ausgewertet und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Gebrauchs- bzw. Tragfähigkeit des Bauwerks bewertet.

**Prof. Franz Zahn PhD**

**Tel.: +49 (0)7531 206-216**

**E-Mail: franz.zahn@htwg-konstanz.de**

## **Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik**

### *Validierung und Weiterentwicklung eines Simulationstools zur Prozessverbesserung*

Projekt 1: „triLIGHT“ ist eine Android-App zur Visualisierung und Wahrnehmung von Licht und Farbtemperatur. Sie wurde entwickelt im Auftrag von und in Kooperation mit einem Unternehmen. Mit Hilfe der App kann man spielerisch unterschiedliche Farbtemperaturen und deren Wirkung auf Objekte untersuchen. Ziel ist es, auf diese Weise ein besseres Verständnis für den für Laien vielleicht eher ungewohnten, für moderne Leuchtmittel wie LEDs aber sehr wichtigen Begriff der Farbtemperatur zu vermitteln. Die App wurde von den Studierenden der Vorlesung Informatik

II für Ingenieure im SS 2012 entwickelt. Projekt 2: In der Bibliothek „6Dsim“ soll die Koordinaten von Bewegungen von Objekten im dreidimensionalen Raum generieren. Die Bewegungen werden dabei durch eine generische Beschreibungssprache spezifiziert, die durch die Bibliothek 6Dsim interpretiert wird. Die 6 Koordinaten der Bewegung sind die translatorische Bewegung entlang der x-, y- und z-Achse und 3 Orientierungsfreiheitsgrade. Die generierten Koordinaten sollen im Rahmen des Tests von medizinischen Navigationssystemen verwendet werden.

**Prof. Dr.-Ing. Thomas Birkhöfzer**

**Tel.: +49 (0)7531 206-239**

**E-Mail: thomas.birkhoelzer@htwg-konstanz.de**

### *Codierungsverfahren zur Stenographie*

Steganographie ist der Überbegriff für Verfahren zum Einbetten verborgener Informationen in Bilder oder Audio-Dateien. Die verborgenen Informationen dienen z.B. als Urheberschutz (Stichwort: digitale Wasserzeichen). In diesem Vorhaben sollen spezielle Verfahren für die Steganographie bei Sprachdaten entwickelt werden. Ziel ist dabei die Einbettung von Parametern zur Sprachcodierung in Sprachdaten, wie sie z.B. über das herkömmliche Telefonnetz übertragen werden. Mit den detektierten Parametern kann die Qualität der übertragenen Sprache auf der Empfangsseite deutlich verbessert werden. Durch das Einbetten der Information in die herkömmlichen Sprachdaten kann dies ohne Einfluss auf bestehende Netze und Endgeräte geschehen.

**Prof. Dr. Jürgen Freudenberger**

**Tel.: +49 (0)7531 206-150**

**E-Mail: juergen.freudenberger@htwg-konstanz.de**

### *Entwicklung einer flexiblen Fehlerkorrektur für Flash-Speicher*

Flash-Speicher wurden ursprünglich als Speichermedium für Digitalkameras entwickelt. Inzwischen finden sie in vielen Bereichen Anwendung, so sind Flash-Speicher in Form von Solid State Drives heute schon direkte Konkurrenten zur magnetischen Datenspeicherung auf Festplatte und könnten diese in den nächsten Jahren im Bereich der Personalcomputer weitgehend ablösen. Fehlerkorrekturverfahren sind für einen zuverlässigen Einsatz von Flash-Speichern unabdingbar. Im Rahmen dieser Kooperation wird ein Flashcontroller mit sehr leistungsfähiger Fehlerkorrektur entwickelt.

**Prof. Dr. Jürgen Freudenberger**

**Tel.: +49 (0)7531 206-150**

**E-Mail: juergen.freudenberger@htwg-konstanz.de**

### *Verfahren zur Signalkombination verteilter Mikrofone*

In vielen Anwendungen, wie beim Telefonieren mit Freisprecheinrichtungen oder bei der Sprachbedienung in Fahrzeugen werden die durch Mikrofone aufgenommenen Sprachsignale durch Geräusche und Raumhall überlagert. Diese Überla-



gerungen werden in der Regel als sehr störend empfunden, verschlechtern die Sprachqualität und Verständlichkeit. Daher werden schon heute vielfach mehrkanalige Verfahren zur Unterdrückung dieser Störungen eingesetzt. Die Mikrofone sind dabei in der Regel in sogenannten Beamformer-Arrays in relativ geringem Abstand angebracht. Durch eine Vergrößerung des Mikrofonabstands kann die Leistungsfähigkeit der Geräusch- und Hallunterdrückung erheblich gesteigert werden. Jedoch erschwert sich dadurch auch die Kombination der Mikrofon-signale. Im Bereich der Nachrichtenübertragung werden zur Kombination von Antennensignalen häufig Verfahren zum Diversity-Combining genutzt. Durch eigene Arbeiten zur mehrkanaligen Geräuschreduktion konnte gezeigt werden, dass sich Diversity-Combining auch gewinnbringend auf Sprachsignale anwenden lässt. Dabei werden gerade die unterschiedlichen Signalbedingungen ausgenutzt. Ziel dieses Vorhabens ist die Verallgemeinerung und Erweiterung der Diversity-Verfahren auf andere Anwendungsfelder. Es sollen Verfahren entwickelt werden, die ein oder mehrere gewünschte Sprachsignale aus den Mikrofonsignalen einer verteilten Mikrofonanordnung extrahieren. Dabei sind die Mikrofon-signale durch Raumhall und Geräusche gestört. Anwendungsfälle sind beispielsweise das Freisprechen in Fahrzeugen oder mit Telefonkonferenzsystemen und Hörgeräte.

**Prof. Dr. Jürgen Freudenberger**

**Tel.: +49 (0)7531 206-150**

**E-Mail: [juergen.freudenberger@htwg-konstanz.de](mailto:juergen.freudenberger@htwg-konstanz.de)**

### *3-Stufen-Pulswechselrichter mit Entlastungsnetzwerk*

Im Projekt wird ein 3-Stufen-Pulswechselrichter mit einem neuartigen Entlastungsnetzwerk entwickelt. Mit der Schaltungsanordnung werden Schaltverluste vermieden und der Wirkungsgrad gesteigert.

**Prof. Dr. Manfred Gekeler**

**Tel.: +49 (0)7531 206-220**

**E-Mail: [manfred.gekeler@htwg-konstanz.de](mailto:manfred.gekeler@htwg-konstanz.de)**

### *Hybrides Planungsverfahren zur energieeffizienten Wärme- und Stromversorgung von städtischen Verteilnetzen – HYPV-EnEff:Stadt*

Der steigende Anteil Erneuerbarer Energien (EE), die Notwendigkeit diese abzusichern und die Diversifizierung der Technologien im Bereich der Heizwärme und der dezentralen Stromerzeugung hat unmittelbar Auswirkungen auf die zukünftige Auslegung und Steuerung der Verteilnetze in der kommunalen Versorgung. Die wachsende Strom-Eigenerzeugung (Micro-KWK, BHKW, PV) in den Verteilnetzen kann einerseits eine Verminderung der Netzbelastung in Starklastzeiten bewirken, andererseits jedoch auch zu einer Umkehr der Stromflüsse und zu neuen lokalen Spitzenbelastungen führen. Der verstärkte Einsatz von Wärmepumpen zur Gebäudeheizung wird neue Lastspitzen in den Stromverteilnetzen erzeugen, die auch in wind- und PV-armen Zeiten durch Graustrom (Strom aus fossilen Kraftwerken) abgesichert sein müssen. Ohne Maßnahmen der Laststeuerung müssten die Niederspannungs- (NS) und Mittelspannungsnetze (MS) kostenintensiv verstärkt und die Stationsdichte in der Stromverteilung erhöht werden. Die zusätzlichen Verbrauchsspitzen können jedoch durch zeitgleich arbeitende zentrale oder dezentrale, wärmegeführte KWK-Anlagen kompensiert oder sogar vermieden werden. Voraussetzung für den Betrieb von KWK-Anlagen ist die Existenz von Gas- und Wärmenetzen in der Verteilebene und die gezielte Steuerungsmöglichkeit der Kundenanlagen durch den Netzbetreiber. Der Einsatz zentraler und dezentraler Technologien führt somit zu einer engen Koppelung und gegenseitigen Abhängigkeit zukünftiger Wärme-, Gas- und Stromverteilnetze. Ein gesamtwirtschaftlich effizienter Umbau der Strom- und Wärmeerzeugung ist daher nur möglich, wenn parallel zum Einsatz der unterschiedlichen Technologien auch die kostenintensive Infrastruktur von Strom-, Gas- und Wärmenetzen betrachtet wird. Isolierte Spartenbetrachtungen werden den zukünftigen Anforderungen an die Energie- und speziell an die Wärmeversorgung sowohl in ökonomischer als auch in ökologischer Hinsicht nicht mehr gerecht. Das vorgeschlagene





Forschungsvorhaben HYPVEN:EffStadt soll auf der Basis von Simulations- und Optimierungsverfahren eine integrierte Sichtweise der Energieverteilung erlauben. Dabei sollen die Aufgabenstellungen typischer Städte im besonderen Fokus stehen. Unter Berücksichtigung eines sich ändernden Kraftwerksparks mit hohem EE-Anteil werden in diesem Projekt zunächst gebäude-scharf die unterschiedlichen Technologien der dezentralen Strom- und Wärmeerzeugung identifiziert, die optimale Anzahl und Leistung bestimmt und anschließend die Energienetze hierfür optimiert. Die Verbundpartner im vorliegenden Projekt wollen praxistaugliche hybride Planungsverfahren für Strom-, Gas- und Wärmeverteilnetze mit Priorisierung der zugehörigen Technologien entwickeln und anschließend die Auswirkungen an drei realen kommunalen Verteilnetzen untersuchen. Dabei werden die Auswirkungen ökologischer Zielvorgaben (z. B. Maximierung der Nutzung regenerativ erzeugten Stroms, Minimierung des Graustroms zur Absicherung der Erzeugungsleistung) und ökonomischer Zielvorgaben (z.B. Minimierung der Kosten der Verteilnetze mit und ohne Berücksichtigung der Kosten der Kundenanlagen) auf die Dimensionierung und Versorgungssicherheit realer Wärme- und Stromverteilnetze untersucht. Daraus können Empfehlungen für die zukünftigen zentralen und dezentralen Technologien und die Auslegung der Strom-, Gas- und Wärmenetze abgeleitet werden. Mit den so erarbeiteten Erkenntnissen kann eine Hochrechnung auf eine große Anzahl vergleichbarer kommunaler Netze in Deutschland erfolgen.

**Prof. Dr. Thomas Göllinger**

**Tel.: +49 (0)7531 206-704**

**E-Mail: thomas.goellinger@htwg-konstanz.de**

### *Planung und Optimierung einer hybriden kommunalen Energieversorgung – PlanOhybE*

Ziel dieses Vorhabens ist die Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen und exemplarischen Anwendung eines Entscheidungsunterstützungssystems (EUS) im Bereich der spartenübergreifenden, kombinierten Auslegung und ökonomischen Optimierung von Strom-, Gas- und Wärmenetzen unter Berücksichtigung der Siedlungs- und Bebauungsstruktur und des Einsatzes unterschiedlicher Technologien zur Heizwärme- und Stromerzeugung. Es sollen vorhandene Modelle zur Planung, Simulation und Optimierung von Energienetzen weiterentwickelt werden. Diese Erweiterung zielt zum einen auf die Berücksichtigung neuer Entwicklungen im Bereich der kommunalen Energieversorgung (z.B. erhöhte Stromeinspeisung aus volatilen Quellen und erhöhter Stromverbrauch durch Einsatz von Strom-Wärmepumpen, Erhöhung der bidirektionalen Stromflüsse), zum anderen auf die Berücksichtigung von Interdependenzen zwischen Netzen unterschiedlicher Medien/ Sparten (Strom-, Gas- und Wärmenetze) und der Anlagen beim Energiekunden. Solche hybriden Netzstrukturen stellen neue Anforderungen an die Planung (Modellierung und Optimierung) und erfordern

eine simultane Betrachtung sowohl der dynamischen Erzeugungs- und Nachfragestruktur bei Strom und Wärme im Versorgungsgebiet als auch der Netze selbst. Dabei geht es auch um die Weiterentwicklung von Entscheidungsmodellen und EUS im Bereich der kommunalen Energieversorgung unter Berücksichtigung verschiedener Ansätze zur Prognostik und Szenarioanalyse sowie der Einbeziehung von Entscheidungsträgern.

**Prof. Dr. Thomas Göllinger**

**Tel.: +49 (0)7531 206-704**

**E-Mail: thomas.goellinger@htwg-konstanz.de**

### *Brennstoffzellenschiff Solgenia mit Drehstromantrieb*

Ein Schiff mit optimiertem Rumpf wird mit Brennstoffzelle (BZ), H<sub>2</sub>-Speicher, PV-Generator und Batterie ausgerüstet. Die Ergänzung der PV durch den regelbaren Energiewandler BZ benötigt eine optimierte Betriebsführung (Energiemanagement) und gestattet damit hundertprozentig sichere Energieversorgung. Eine Funkverbindung zu einem Server an Land erlaubt die Beobachtung und die Beeinflussung der Anlage sowie die Kopplung mit dem Internet. Die Forschungsthemen umfassen unter anderem: Untersuchung und Anpassung der BZ-Technologie an Wasserfahrzeuge, Optimierung des Energiemanagements („predictive control“), Funkanbindung, Langzeiterprobung, den Vergleich mit Landfahrzeugen. Ergänzend wird hierbei das Planungswerkzeug MODES zur technischen und wirtschaftlichen Simulation integrierter Energiesysteme (Strom und Wärme) eingesetzt.

**Prof. Dr. Richard Leiner; Prof. Dr.-Ing. Christian Schaffrin**

**Tel.: +49 (0)7531 206-244**

**E-Mail: richard.leiner@htwg-konstanz.de**

### *Alterungsprognose und Eigendiagnose bei Magnetaktuatoren – APRODIMA*

In dem Projekt geht es um die Realisierung eines interdisziplinären, mechatronisch- informationstechnischen Ansatzes mit dem Ziel, zuverlässige Fehlererkennung und Alterungsprognose von Magnetaktuatoren zu ermöglichen. Hierzu sollen aus dem Verlauf der Messgrößen Spulenstrom und Spannung die benötigten Informationen extrahiert bzw. aufbereitet werden. Die angestrebten Ziele sind dabei zum einen das zuverlässige Erkennen, ob der Aktuator noch gemäß den spezifizierten Anforderungen korrekt arbeitet (Diagnose). Zum anderen ist insbesondere das Ziel, auch Degenerationserscheinungen und deren zeitliche Progression frühzeitig zu erkennen und darauf basierend zu prognostizieren, über welche Restzeitdauer der Aktuator in der Lage sein wird, seine evtl. sicherheitsrelevante Funktion zu erfüllen. Weiter ist es Ziel des Projektes, die untersuchten bzw. entwickelten Methoden so robust zu gestalten, dass bei den Kooperationspartnern die Verfahren möglichst leicht in ihre Produkte einfließen können. Dies erfordert eine hinreichend große Zahl von Versuchskomponenten, die systematisch gealtert werden müssen und ist mit einem erheblichen

experimentellen Aufwand verknüpft. Darüber hinaus sollen die Verfahren so flexibel sein, dass sie leicht auf verschiedene magnetische Aktuatoren übertragen werden können. Weiteres Ziel zur möglichst schnellen Verwertung der Ergebnisse ist es, die Algorithmen so auszuprägen, dass sie auf kleinen embedded Plattformen in Echtzeit lauffähig sind.

**Prof. Dr. Johannes Reuter**

**Tel.: +49 (0)7531 206-266**

**E-Mail: johannes.reuter@htwg-konstanz.de**

### *Entwicklung und Erprobung eines integrierten autonomen Messsystems für maritime Vermessungsaufgaben*

Im Vorhaben geht es um die Entwicklung eines neuartigen integrierten Messsystems für maritime Anwendungen. Derartige Messsysteme kommen zunehmend im Bereich Bauwesen, Biologie, Geologie, forensischer Untersuchungen usw. zum Einsatz. Innovativer Kern ist die direkte Verknüpfung der Ablaufsteuerung der Messaufgabe mit den Algorithmen zur präzisen Bahnregelung, Umgebungserkennung und Kollisionsvermeidung. Hierdurch wird es möglich, komplexe Messaufgaben im maritimen Bereich autark, bzw. effizienter und sicherer durchzuführen. Die Arbeitsteilung ist derart, dass die Fa. EvoLogics im Wesentlichen die Spezifikation und Umsetzung der eigentlichen Messaufgabe übernimmt. Hierzu gehören auch die elektronische Hardwareentwicklung zur Ausstattung des Versuchsträgers sowie die Entwicklung einer Bedienoberfläche für den Nutzer. Die HTWG Konstanz entwickelt die erforderlichen Algorithmen zur präzisen Navigation, Regelung sowie Bahnplanung und Kollisionsvermeidung. Als Methode werden Verfahren der künstlichen Intelligenz eingesetzt. Konkretes Ergebnis soll ein getesteter Demonstrator sein, mit dem die gesteckten Ziele darstellbar sind und der den Weg hin zu einem Serienprodukt klar aufzeigt.

**Prof. Dr. Johannes Reuter**

**Tel.: +49 (0)7531 206-266**

**E-Mail: johannes.reuter@htwg-konstanz.de**

### *Entwicklung von Impedanzsensorik und der zugehörigen Auswerte-Algorithmen zur Charakterisierung des Verhaltens von Mikroorganismen und des Wachstums von Biofilmen*

Ausgehend von dem erfolgreichen Multispecies Freshwater Biomonitor (Umweltsensor: DPMA 202010013088.3), welcher mit Makroorganismen zur Messung von Schadstoffeffekten in Oberflächen und Abwasser eingesetzt wird, strebt das Projekt die Neuentwicklung von Messzellen im mikroskopischen Bereich und das erstmalige Testen von Einzellern, Zelllinien und Biofilmen als Bioindikatoren für die Umweltüberwachung sowie neue Anwendungsfelder, z.B. in Badegewässern und Trinkwasserleitungen. Basierend auf der Erfahrung der 4-polaren Impedanzwandlung (resistive und kapazitive Messelemente) wird die Elektronik neu aufgelegt (rein kapazitiv, miniaturisiert, Energieverbrauch) und die Trennung analo-

ger und digitaler Elektronik mit maximaler digitaler Flexibilität des Parametersettings und neuen Algorithmen vorgenommen. Die Sensitivität der Signalgenerierung und -Auswertung wird gesteigert, um Einzeller und Biofilme zu messen (Microimpedance). Neue Messzellen werden konstruiert, alle Materialien, Gehäuse und Kabel werden wasserdicht und druckbeständig aufgelegt, um eine neue Anwendung im Tiefseebereich zu erlauben.

**Prof. Dr. Johannes Reuter**

**Tel.: +49 (0)7531 206-266**

**E-Mail: johannes.reuter@htwg-konstanz.de**

### *Robuste Zustandsschätzung für schnell schaltende Magnetaktuatoren*

Schnell schaltende magnetische Aktuatoren sind z.B. als Ventile, als Sicherheitsmagneten oder Antriebsaggregate in verschiedensten Anwendungen zu finden. Insbesondere im wachsenden Feld der digitalen Hydraulik sind leistungsstarke, extrem schnelle Aktuatoren erforderlich. Stand der Technik ist heute, diese mit relativ einfachen Ansteuerverfahren zu betreiben, was zu Energieverlusten, unerwünschten Geräuschemissionen und einer verminderten Haltbarkeit führt. In diesem Kontext sind innerhalb von Forschungsprojekten an der HTWG Konstanz Untersuchungen durchgeführt und Regelverfahren entwickelt worden, mit deren Hilfe diese unerwünschten Effekte abgeschwächt, bzw. eliminiert werden können. Eine Voraussetzung dieser Verfahren ist allerdings die Kenntnis des Systemzustandsvektors, insbesondere die Kenntnis der Systemzustände Stößel-, bzw. Ankerposition und Geschwindigkeit. Bisher wurden diese Zustände messtechnisch ermittelt. Um den nächsten Schritt hin zu einer Kommerzialisierung zu ermöglichen, ist es aber eine zentrale Forderung, auf Positionssensorik zu verzichten. Das beteiligte KMU EBE GmbH verfügt über patentierte Verfahren, mit denen dies bei nicht zu hohen Anforderungen an die Ge-



schwindigkeit gelöst werden kann. Sie ist damit weltweit eine der ersten Firmen, die robuste, serienreife Lösungen für das gravierende Problem der Positionsschätzung anbieten kann. Bei den in der digitalen Hydraulik, aber auch z.B. bei Einspritz- oder ABS-Ventilen geforderten Schaltzeiten können diese Verfahren heute noch nicht eingesetzt werden. In der Literatur existiert eine Reihe von Vorschlägen, wie das Problem der Zustandsbeobachtung bei magnetischen Aktuatoren gelöst werden könnte. Aus der industriellen Erfahrung des Antragstellers, den Erfahrungen des KMU und eigenen Arbeiten an der HTWG Konstanz geht aber eindeutig hervor, dass Verfahren, mit denen das Problem der Zustandsschätzung bei schnellen Aktuatoren auch außerhalb von Laborbedingungen sensorlos gelöst werden kann, bis heute nicht bekannt sind, sondern weiterhin erheblicher Forschungsbedarf besteht. Daher werden, ausgehend vom Stand der Forschung, neue Verfahren entwickelt, die es ermöglichen, den Zustand schneller magnetischer Aktuatoren ohne Positionssensoren zu rekonstruieren.

**Prof. Dr. Johannes Reuter**

**Tel.:** +49 (0)7531 206-266

**E-Mail:** johannes.reuter@htwg-konstanz.de

### *Hochspannungsprüfungen an Systemen und Komponenten der elektrischen Energietechnik*

Das Projekt befasst sich mit der Ermittlung von Durchschlagsspannungen bei Wechselspannung und Blitzstoßspannung sowie der Anwendung zerstörungsfreier Diagnostik.

**Prof. Dr. Gunter Voigt**

**Tel.:** +49 (0)7531 206-510

**E-Mail:** gunter.voigt@htwg-konstanz.de

## **Fakultät Informatik**

### *Progress in Graphical Modeling Frameworks – ProGraMoF*

Kernziel des Projektes ist die Entwicklung eines MDSD-Rahmenwerkes für graphische Editoren innerhalb von Eclipse. Diese Editoren sollen als Ausgangspunkt für die modellgetriebene Softwareentwicklung genutzt werden können. Die graphischen Editoren können dabei individuell für ein spezifisches Branchen- oder Domänenmodell entwickelt werden und so möglichst präzise auf die Problemdomäne passen. Dafür ist es notwendig, dass die Editoren selbst einfach und schnell zu entwickeln sind, ohne große Erfahrung in der Entwicklung graphischer Werkzeuge. Um dies zu ermöglichen, werden die graphischen Editoren selbst modellgetrieben entwickelt. In einer Reihe hierfür entwickelter Modelle für die Domäne graphischer Editoren werden diese von den Anwendern beschrieben und dann generiert. Dieser Prozess erfordert keine Programmierkenntnisse, ist leicht zu erlernen und dauert nur wenige Stunden oder Tage bis zu einem ausgereiften Ergebnis. Das Projekt wird in enger Kooperation mit den Unternehmen und der Universität Bremen durchgeführt.

**Prof. Dr. Marko Boger**

**Tel.:** +49 (0)7531 206-631

**E-Mail:** marko.boger@htwg-konstanz.de

### *Bilderkennung, Automation und Kommunikation*

Das Forschungsziel des Labors ist die weitgehende Automatisierung des Designprozesses für künstliche Sehsysteme. Neben den offensichtlichen Vorteilen eines automatisierten Designprozesses liefert dieser Ansatz auch die Grundlage für den Bau von adaptiven Sehsystemen, die sich an wechselnde Eigenschaften des visuellen Inputs anpassen können (z.B. bei wechselnden Wetter- und Sichtbedingungen). Dementsprechend befasst sich das Projekt mit dem Aufbau einer Infrastruktur für rechenintensive Aufgabenstellungen, insbesondere im Bereich maschinelles Lernen und bildverarbeitung, und eines Labors zur Vermessung und Kalibrierung von Bildsensoren. Die geforderte Rechenleistung wird über ein Clustersystem realisiert, das im Endzustand 96 Prozessoren umfassen soll. Damit lassen sich rechenintensive Aufgaben, wie z.B. das Training von statistischen Klassifikatoren und die Verarbeitung einer großen Menge von Bildern bearbeiten. Die Laborausstattung umfasst eine gekühlte hochauflösende Messkamera zusammen mit einem elektrisch ansteuerbaren Farbfilter, mit dem sich Oberflächen und Szenen multispektral aufnehmen lassen, und einen Messplatz zur Kalibrierung und Vermessung von Kameras für industrielle Projekte und zur Aufnahme von kalibrierten Bilddatenbanken sowie spezielle kalibrierte Farbmonitore zur Farbinspektion.



**Prof. Dr. Matthias Franz**  
 Tel.: +49 (0)7531 206-651  
 E-Mail: matthias.franz@htwg-konstanz.de

### *Bernstein-Polynome über Simplexen*

Die Bernstein Polynome haben eine Reihe von nützlichen Eigenschaften, die sie zur Lösung von sehr verschiedenartigen Problemen geeignet erscheinen lassen. Bislang wurden in der Literatur als zugrundeliegende Bereiche mehrdimensionale Quader verwendet. Um größere Flexibilität in der dem jeweiligen Problem zugrundeliegenden Geometrie zu erzielen, werden im Projekt Bernstein-Polynome auf Simplexen untersucht. Die Ergebnisse werden zur Konstruktion von Schrankenfunktionen für Relaxationen im Rahmen von branch-and-bound-Verfahren in der globalen Optimierung verwendet.

**Prof. Dr. rer. nat. habil. Jürgen Garloff**  
 Tel.: +49 (0)7531 206-406  
 E-Mail: juergen.garloff@htwg-konstanz.de

### *Globale polynomiale Optimierung bei Unsicherheit*

Es werden (un)restringierte globale Optimierungsaufgaben behandelt, bei denen die Zielfunktion (und die Restriktionen) durch Polynome / rationale Funktionen in mehreren Variablen beschrieben werden. Dazu wird die Darstellung eines Polynoms in der Bernstein-Basis verwendet. Besonderes Gewicht wird auf die Entwicklung von Optimalitätskriterien und die Berücksichtigung von Ungenauigkeiten in den Anfangsdaten gelegt.

**Prof. Dr. rer. nat. habil. Jürgen Garloff**  
 Tel.: +49 (0)7531 206-406  
 E-Mail: juergen.garloff@htwg-konstanz.de

### *Invarianz von Zeichenregularität*

Funktionssysteme, deren Kollokationsmatrizen zeichenregulär sind, haben eine Reihe von nützlichen Eigenschaften, die insbesondere im CAGD von großem Vorteil sind. Dabei heißt eine Matrix zeichenregulär, wenn ihre sämtlichen Minoren einer jeden gewählten Ordnung ein bestimmtes Vorzeichen besitzen oder verschwinden. Im Projekt wird u. a. untersucht, wie groß Störungen in den einzelnen Koeffizienten dieser Matrizen sein dürfen, damit die gewünschten Eigenschaften erhalten bleiben.

**Prof. Dr. rer. nat. habil. Jürgen Garloff**  
 Tel.: +49 (0)7531 206-406  
 E-Mail: juergen.garloff@htwg-konstanz.de

### *Seerhein-Lab*

Das Seerhein-Lab ist ein Ort für angewandte Forschung in der Informatik. Hier werden Projekte durchgeführt, die einerseits praxisrelevant und andererseits wissenschaftlich interessant sind. Das Seerhein-Lab ist eine Kooperation der Hochschule Konstanz und der Firma SEITENBAU-GmbH.

**Prof. Dr.-Ing. Oliver Haase; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Wäsch**  
 Tel.: +49 (0)7531 206-502  
 E-Mail: oliver.haase@htwg-konstanz.de; juergen.waesch@htwg-konstanz.de

### *Cloud-basierte Geschäftsprozesse*

Für ein Unternehmen werden Methoden und Werkzeuge für die Einführung und den Betrieb von Cloud-basierten Geschäftsprozessen entwickelt.

**Prof. Dr. Marco Mevius**  
 Tel.: +49 (0)7531 206-515  
 E-Mail: marco.mevius@htwg-konstanz.de

### *Entwicklung von Instrumenten und Werkzeugen für ein agiles und dezentrales Architekturmanagement – ADAM*

Das Fundament des Projekts ADAM wird durch drei aktuelle Trends in den Unternehmen und in der anwendungsbezogenen Forschung gebildet: die wachsende Dynamik, die steigende Dezentralisierung der IT sowie die Notwendigkeit eines zielgerichteten Managements der Unternehmensarchitekturen. Die Unternehmen sehen sich schon seit längerer Zeit an ihren Märkten einer wachsenden Dynamik ausgesetzt; dies erfordert agile und flexibel anpassbare Geschäftsprozesse. In den letzten Jahren hat sich zudem eine immer tiefer gehende Durchdringung dieser Prozesse mit Informationstechnologie bemerkbar gemacht. Schließlich ist auch durch die steigende Anzahl der sogenannten Digital Natives eine veränderte Grundhaltung der Benutzer zur IT erkennbar. Diese Trends der umfassenden Durchdringung und der veränderten Haltung zu Technologie führen dazu, dass die benötigten IT-Services kaum noch vollständig zentral durch eine spezialisierte IT-Abteilung zu erbringen sind. Im Hinblick auf das Management der IT ist allgemein anerkannt, dass insbesondere das Management der Unternehmensarchitekturen einen zentralen Erfolgsfaktor für den effizienten und effektiven Einsatz der Informationstechnologie im Unternehmen darstellt. Insgesamt steigt also die Notwendigkeit, ein in den Fachbereichen verankertes und auch dynamisches Management der Unternehmensarchitektur zu schaffen. Aufbauend auf den Ergebnissen der Projekte „Schatten-IT“ und „BPM@Cloud“ sollen im Rahmen des hier beantragten Projektes ADAM Instrumente und Werkzeuge für ein agiles und dezentrales Architekturmanagement entwickelt werden. Ziel des Projektes ist es, einerseits eine Definition der notwendigen Prozesse und Anforderungen zu erarbeiten und diese andererseits auch in einem konkreten System umzusetzen. Dabei ist das Projekt durch eine konsequente Umsetzung des agilen Ansatzes geprägt. Die Ergebnisse des Projektes sollen dabei laufend und in einer abschließenden Fallstudie überprüft werden.

**Prof. Dr. Marco Mevius; Prof. Dr. Christian Rentrop**  
 Tel.: +49 (0)7531 206-515  
 E-Mail: marco.mevius@htwg-konstanz.de; christian.rentrop@htwg-konstanz.de



### SmartSleep

Schlafstörungen sind weit verbreitet und gehen häufig mit chronischen Gesundheitsproblemen wie Diabetes und Bluthochdruck sowie kardiovaskulären und psychiatrischen Erkrankungen (z.B. Depression) einher. Schlafapnoe, eine Schlafstörung, die durch häufige, kurze Unterbrechungen der Atmung während des Schlafens gekennzeichnet ist, betrifft beispielsweise über 4 % der Männer und ca. 2 % der Frauen mittleren Alters. Die meisten Studien zu Schlafstörungen beruhen auf Fragebogenuntersuchungen zu Schlaf- und Lebensgewohnheiten, Aktigraphie sowie Polysomnographie-Messungen im Schlaflabor. Neuere Entwicklungen wie z.B. Smart Watches im mobile Health-Bereich eröffnen die Möglichkeit, Schlafmuster mobil und auch tagsüber über einen längeren Zeitraum zu überwachen und den Arzt bei der Diagnose zu unterstützen (z.B. das Projekt der Fraunhofer IGD zu Schlafanalyse). Telemedizinische Geräte ermöglichen es außerdem, die Behandlung von Schlafstörungen zu überwachen. Am Kantonsspital St. Gallen wird derzeit eine Studie durchgeführt, um den Nutzen einer telemedizinischen Beobachtung der Behandlung von Schlafapnoe zu prüfen. Ferner erlaubt der Einsatz von Bewegungssensoren (Aktigraphie) die genaue Erfassung von Schlaf-Wach-Zeiten. Ziel unseres Projekts ist es, durch den Einsatz mobiler Sensoren mehr Parameter als nur Bewegung über einen längeren Zeitraum als in klinischen Studien üblich sowohl tagsüber als auch in der Nacht zu erfassen.

**Prof. Dr. Ralf Seepold**

**Tel.: +49 (0)7531 206-633**

**E-Mail: ralf.seepold@htwg-konstanz.de**



### Fakultät Maschinenbau

#### *Community of Practice for Strategic Management Architectures*

Die Community of Practice for Strategic Management Architectures hat zum Ziel, das Verständnis sowie Methoden und Systeme für dynamisches strategisches Management und Führung substantiell und anwendungsorientiert weiterzuentwickeln. Als geschäfts- und anwendungsorientierte Plattform wird CoPS durch Experten und Organisationen aus Industrie und Wissenschaft finanziell und aktiv unterstützt. CoPS folgt der Zielsetzung, die Forschungsergebnisse in der Community der „strategic manager“ zu verbreiten und so eine aktive Austauschplattform für diese zu werden. Zu diesem Zwecke wird die Projektarbeit von CoPS durch die regelmäßige Dialogveranstaltung „Strategic Management Perspectives“ ergänzt.

**Prof. Dr.-Ing. Guido Baltes**

**Tel.: +49 (0)7531 206-310**

**E-Mail: guido.baltes@htwg-konstanz.de**

#### *Entwicklung einer modularen Methodik und Lösung zur Implementierung transformationeller Innovationsinitiativen in Technologieunternehmen durch Excubation teilautonomer Unternehmerteams*

Baden-Württemberg ist ein führender Technologiestandort in Europa und geprägt durch hoch spezialisierte Technologieunternehmen, die in ihrem jeweiligen Marktsegment oft weltweit führend sind. Die Dynamik ihrer global vernetzten Technologiemarkte fordert von diesen Technologieunternehmen, bestehende Geschäfte effizient zu optimieren und gleichzeitig transformationelle Innovationen umzusetzen. Nur wenn dieses gelingt, bleibt Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig erhalten. Gelingt dies nicht, kann die Dynamik im Wettbewerbsumfeld schnell existenzgefährdend werden. Unter den größten Technologieunternehmen Baden-Württembergs zeigt Heidelberger Druck beispielhaft diese existenzgefährdende Entwicklung. Andere große Technologieunternehmen in Baden-Württemberg wie SAP oder Bosch dagegen scheinen hier erfolgreicher zu bestehen. Eine Ursache für diese unterschiedliche Fähigkeit zur Anpassung an den dynamischen Innovationswettbewerb („dynamic capabilities“) liegt darin, dass es erfolgreich etablierten Technologieunternehmen mitunter schwer fällt, transformationelle Innovationen („Game-Changing-Business“) erfolgreich im Geschäft umzusetzen. Ziel dieser Forschungsinitiative ist es daher, Technologieunternehmen in Baden-Württemberg in ihrer Wettbewerbsfähigkeit durch ein effektives Konzept für die Implementierung transformationeller Innovationsinitiativen zu stärken. Die angestrebte Lösung baut die Fähigkeiten zur strategischen Anpassung aus, insbesondere Fähigkeiten, parallel zum etablierten, effizienten Geschäft transformationelle Geschäftsfelder zu implementieren (Organisationale Ambidextrie). Dazu

werden eine effektive Organisationsstruktur, die Exkubation teil-autonomer Unternehmer-Teams, vorgeschlagen, die die Effizienz der eingesetzten Ressourcen und das Risiko-Profil in frühen Phasen der Entwicklung transformationeller Innovationsinitiativen verbessert. Damit adressiert diese Forschungsinitiative gezielt Hemmnisse zur Umsetzung organisationaler Ambidextrie in Technologieunternehmen.

**Prof. Dr.-Ing. Guido Baltes**

**Tel.: +49 (0)7531 206-310**

**E-Mail: guido.baltes@htwg-konstanz.de**

### *ADAPSEC – Innovativer Personenschutz durch adaptive Sicherheitssysteme in Kraftfahrzeugen*

Das Kooperationsprojekt beabsichtigt, das Potential für die Anwendung von Formgedächtnislegierungen (FGL) für die Produktbereiche Airbag und Gurtsysteme auszuloten und technologisch weiterzuentwickeln, um die Anforderung aus der Praxis abdecken zu können. Konkret sollen die Möglichkeiten für den Einsatz von FGL für adaptiv arbeitende Sicherheitssysteme aufgezeigt werden, wobei neben der thermischen Aktivierung von FGL auch der mechanische Formgedächtniseffekt zum Einsatz kommen soll, der beispielsweise durch seine superelastischen Eigenschaften als Dämpfungselement oder zur Kraftbegrenzung eingesetzt werden könnte.

**Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel**

**Tel.: +49 (0)7531 206-316**

**E-Mail: paul.guempel@htwg-konstanz.de**

### *AREWESI – Anwendungsorientierte Reibungs- und Verschleißanalyse für geplante Werkstoffsysteme in Verzahnungen mittels Simulationsprüfung auf einem Zweiseibentribometer*

Nach dem aktuellen Stand der Technik werden Zweiseibentribometer (ZST) hauptsächlich für Grundlagenversuche und für entwicklungsbegleitende Versuche (Vergleich von Materialpaarungen, Simulationsprüfung) verwendet. Ziel des Vorhabens ist es, mittels eines neu entwickelten adaptiven Zweiseibentribometers Verschleiß- und Reibungsdaten zur Auslegung von Verzahnungen zu ermitteln und ein Verfahren zum Übertrag der gewonnenen Daten in die Verzahnungsauslegung zu etablieren. Auf der Basis der im geplanten Vorhaben erzielten Ergebnisse sollte es möglich sein, durch die Anpassung der Prüfabläufe auf dem ZST, noch vor der Durchführung von Bauteilversuchen, aussagekräftige Daten zum Verschleißverhalten von Zahnflankenkontakten geplanter Getriebe zu erhalten. Somit ist eine ressourcenschonende Optimierung des industriellen Entwicklungsprozesses im Bereich der Zahnradgetriebeentwicklung möglich.

**Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel;**

**Prof. Dr.-Ing. Carsten Manz**

**Tel.: +49 (0)7531 206-316**

**E-Mail: paul.guempel@htwg-konstanz.de;  
carsten.manz@htwg-konstanz.de**

### *Entwicklung eines umweltfreundlichen Verfahrens zum Passivieren von Edelstahl zur Verbesserung des Korrosionsschutzes*

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Erhöhung des Korrosionsschutzes von Edelstählen, die z. B. in der Luftfahrtindustrie, der Medizintechnik oder in der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden. Das Verfahren soll eine derartige Verbesserung des Korrosionsschutzes bewirken, dass Edelstähle eingesetzt werden können, die zwei bis drei Legierungsstufen unter den beim Stand der Technik eingesetzten Edelstahlsorten liegen. Hieraus ergeben sich erhebliche wirtschaftliche Vorteile. Des Weiteren sollen aggressive Passivierungslösungen, wie Salpetersäure und/oder chromathaltige Lösungen, durch eine ungiftige und biologisch vollständig abbaubare Passivierungslösung ersetzt werden.

**Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel**

**Tel.: +49 (0)7531 206-316**

**E-Mail: paul.guempel@htwg-konstanz.de**

### *Entwicklung eines Verfahrens zur pulvermetallurgischen Herstellung von Bauteilen aus 1.4462 – AISI 318LN mit großen Waddicken und homogenem Gefüge*

In dem Forschungsprojekt wird ein neuartiges pulvermetallurgisches Herstellungsverfahren für Strukturbauteile aus Duplexstahl mit großen Waddicken und gleichzeitig homogenem Gefüge entwickelt. Die Bauteile sollen über das heißisostatische Pressverfahren (HIP) gefertigt werden, wobei die Besonderheit darin besteht, dass keine nachfolgende Wärmebehandlung in einem gesonderten Ofen notwendig ist. Die Wärmebehandlung zur Einstellung des Gefüges der Bauteile soll erstmals in die HIP-Anlage integriert werden, um so eine prozesssicherere Fertigung zu ermöglichen. Mit dem neuen Verfahren wird es möglich sein, hochbeanspruchte Bauteile z. B. für den Offshore-Bereich wirtschaftlich herzustellen. Die Hochschule Konstanz führt im Teilprojekt die Entwicklung von Verfahrensparametern zur Reduktion von Ausscheidungen bei der Fertigung dickwandiger Bauteile mittels heißisostatischem Pressen aus rostfreiem Duplexstahl und Untersuchung von Probekörpern aus.

**Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel**

**Tel.: +49 (0)7531 206-316**

**E-Mail: paul.guempel@htwg-konstanz.de**

### *KORRAGO – Korrosionsverhalten von metallischen Oberflächen bei Abgasbeanspruchung*

Das Projekt beinhaltet die Entwicklung einer geeigneten Prüfmethode für die Bestimmung des Korrosionsverhaltens von metallischen Oberflächen bei einer simulierten Abgasbeanspruchung.

**Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel**

**Tel.: +49 (0)7531 206-316**

**E-Mail: paul.guempel@htwg-konstanz.de**

### *Schadensfallanalysen und Werkstofftechnik*

Neben Schadensfallanalysen an metallischen Bauteilen werden Dienstleistungen auf dem Gebiet der Werkstoffprüfung und Beratungsleistungen in werkstoffkundlichen Fragen erbracht. Daneben werden Problemstellungen der metallverarbeitenden Industrie in Forschungsaufträgen bearbeitet. Speziell für die stahlverarbeitende Industrie kann auf ein breites Erfahrungspotential zurückgegriffen werden. Weiterhin werden Korrosionsuntersuchungen und Versuche zum tribologischen Verhalten von Werkstoffen durchgeführt.

**Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel**

**Tel.: +49 (0)7531 206-316**

**E-Mail: paul.guempel@htwg-konstanz.de**

### *Systemtechnische Untersuchung von werkstoffkundlichen Einflüssen auf Magnetaktoren für die Optimierung der Aktorleistung*

Ziel des Kooperationsprojektes sind Forschungsarbeiten zum tribologischen Einfluss verschiedener Werkstoffkombinationen mit teilweise gezielt eingebrachten, oberflächigen Veränderungen. Durch die zu erarbeitenden Ergebnisse hinsichtlich der Reibungsmechanismen in Magnetaktoren kann schließlich die Aktorleistung optimiert werden.

**Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel**

**Tel.: +49 (0)7531 206-316**

**E-Mail: paul.guempel@htwg-konstanz.de**

### *RELOAD Verringerung von Nachernteverlusten – Wertschöpfung in ostafrikanischen Nahrungsversorgungsketten*

Ziel des Projektes ist es, durch die Verringerung von Nachernteverlusten zur Ernährungssicherung in Ostafrika beizutragen. Dies wird durch eine optimierte Logistik und Forschung zu technologischen, produkt-spezifischen und sozioökonomischen Optionen entlang der Wertschöpfungsketten erreicht. Gewonnene Erkenntnisse werden von KMU möglichst nah bei den Produzenten umgesetzt. So können Arbeitsplätze geschaffen und Einkommen generiert werden. Durch Grundlagenuntersuchungen sollen die maßgeblichen Einflussfaktoren auf die Produktqualität, deren Interaktionen sowie deren Einfluss auf die optimalen Lagerungsbedingungen bestimmt werden. Weiterhin sollen Schädigungsdiagramme, als Hilfsmittel zur optimalen Einstellung der Prozessparameter, erstellt werden. Dazu werden Unter-

suchungen zum Trocknungsverhalten, zum Lagerverhalten und den dabei ablaufenden, wichtigsten Qualitätsveränderungen durchgeführt. Das Projekt ist ein Kooperationsprojekt unter Federführung der Universität Kassel.

**Prof. Dr.-Ing. Werner Hofacker**

**Tel.: +49 (0)7531 206-593**

**E-Mail: werner.hofacker@htwg-konstanz.de**

### *Eco Car Konstanz – ECON*

ECON ist eine studentische Initiative der Hochschule Konstanz, die das Ziel verfolgt, ein sparsames, ökologisches Fahrzeug mit großem „Spaßfaktor“ zu entwickeln und zu bauen. Dabei kommt es den Teilnehmern ebenso auf den damit verbundenen Lerneffekt, wie auf den abschließenden Bau des Fahrzeugs an. Das Fahrzeug hat im Jahr 2011 an der Challenge Bibendum, einem Wettbewerb für nachhaltige Mobilität, teilgenommen.

**Prof. Dr.-Ing. Burkhard Lege**

**Tel.: +49 (0)7531 206-309**

**E-Mail: burkhard.lege@htwg-konstanz.de**

### *Bodensee-Racing-Team: Formula-Student-Rennwagen*

Studenten bauen in Teamarbeit einen einsitzigen Formelrennwagen, um damit bei einem Wettbewerb gegen Teams aus der ganzen Welt anzutreten. Bei der Formula Student gewinnt aber nicht einfach das schnellste Auto, sondern das Team mit dem besten Gesamtpaket aus Konstruktion und Rennperformance, Finanzplanung und Verkaufsargumenten. Der Anspruch der Formula Student ist die Ergänzung des Studiums um intensive Erfahrungen mit Konstruktion und Fertigung sowie mit den wirtschaftlichen Aspekten des Automobilbaus. Im Sinne dieser Zielsetzung sollen die Studenten





annehmen, eine Produktionsfirma habe sie engagiert, um einen Prototypen zur Evaluation herzustellen. Zielgruppe ist der nicht-professionelle Wochenendrennfahrer. Dazu muss der Rennwagen beispielsweise sehr gute Fahreigenschaften hinsichtlich Beschleunigung, Bremskraft und Handling aufweisen. Der Monoposto soll wenig kosten, zuverlässig und einfach zu betreiben sein. Zusätzlich wird sein Marktwert durch andere Faktoren wie Ästhetik, Komfort und den Einsatz üblicher Serienteile gesteigert. Die Herausforderung für die Teams besteht darin, einen Prototypen zu konstruieren und zu bauen, der diesen Anforderungen am besten entspricht. Zur Ermittlung des besten Fahrzeugs bewertet zum einen eine Jury aus Experten der Motorsport-, Automobil- und Zulieferindustrie jede Konstruktion, jeden Kostenplan und jede Verkaufspräsentation im Vergleich zu den konkurrierenden Teams. Zum anderen beweisen die Studenten auf der Rennstrecke in verschiedenen Disziplinen, wie sich ihre selbstgebaute Boliden in der Praxis bewähren.

**Prof. Dr. Andreas Lohmberg**

**Tel.: +49 (0)7531 206-229**

**E-Mail: andreas.lohmberg@htwg-konstanz.de**

### *Strömungsuntersuchungen*

Markteinführungsstudie eines Absauggeräts mit verschiedenen Aufstellungsvarianten in realitätsnaher Umgebung. Erstellung eines Berichtes über die Strömungsanalyse bei verschiedenen Aufstellungsarten.

**Prof. Dr. Andreas Lohmberg**

**Tel.: +49 (0)7531 206-229**

**E-Mail: andreas.lohmberg@htwg-konstanz.de**

### *Selbstoptimierende Trocknungsanlage für gleichmäßige Feuchtegehalte von hygroskopischen Kunststoffen am Materialaustritt eines Trocknungstrichters unabhängig von der Eintrittsfeuchte*

Im Projekt wird eine selbstoptimierende Trocknungsanlage entwickelt, die in einem kontinuierlichen Prozess Kunststoffgranulat trocknet. Diese Trockenanlage für Kunststoffgranulat soll mit einem neuen Verfahren das Trockengut definiert auf einen vorgewählten Trockengrad bringen. In der Praxis hat das zu trocknende Material eine variable Eintrittsfeuchte und der Materialdurchsatz durch die Trocknung kann sich stark verändern und damit auch die Verweilzeit im Trockenbehälter. Nach dem Start der kontinuierlichen Trocknung mit einem gegebenen Materialdurchsatz in der Trocknung wird über die Messung der aus dem Material ausgetretenen Feuchte der aktuelle Anfangsfeuchtegehalt online ermittelt. Mit der Kenntnis des Entfeuchtungsverhaltens sollen die Trockenparameter, wie dem Feuchtegehalt der Trockenluft, der Temperatur der Trockenluft, der Trockenluftmenge so gesteuert werden, dass das Material mit dem geringst möglichen Energieaufwand in den gewünschten Restfeuchtebereich getrocknet wird.

**Prof. Dr.-Ing. Carsten Manz**

**Tel.: +49 (0)7531 206-292**

**E-Mail: carsten.manz@htwg-konstanz.de**

### *Stabkinematik-Leichtbau-Roboter für industrielle Anwendungen*

Um bestehende Nachteile von Knickarm- und Parallel-Industrierobotern zu kompensieren, soll ein neues Robotersystem für Applikations- und Manipulationsarbeiten in industrieller Anwendung durch hybride Werkstoffstrukturen bei Stabkinematikbauweise entwickelt werden. Damit kann das Eigengewicht der tragenden Struktur reduziert werden und neue Freiheitsgrade bei den Bewegungsabläufe können geschaffen werden. Eine dem Fachwerk ähnliche Bauweise soll die eine einfachere Verlegung von Steuer- und Versorgungsleitungen ermöglichen.

**Prof. Dr. Philipp Steibler**

**Tel.: +49 (0)7531 206-727**

**E-Mail: philipp.steibler@htwg-konstanz.de**



### **Fakultät Wirtschafts-, Kultur- und Rechtswissenschaften**

#### *Wirtschaftsrecht-Datenbanksystem*

Im Projekt werden zunächst die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen für die Erstellung eines Wirtschaftsrecht-Datenbanksystems ermittelt und darauf basierend die Datenbank selbst erstellt.

**Prof. Dr. jur. Susanne Engelsing**

**Tel.: +49 (0)7531 206-746**

**E-Mail: susanne.engelsing@htwg-konstanz.de**



### *Management, Kultur und Kommunikation im internationalen Wirtschaftsleben*

Grenzüberschreitende Kommunikations- und Kooperationsprozesse in der Wirtschaft sind Gegenstand dieses Projektes. Ziele eines der Teilprojekte sind erstens Erkenntnisse über die Form und insbesondere über die von Beteiligten und Beobachtern wahrgenommenen Schwierigkeiten der Interaktion in der Wirtschaft zu gewinnen; und zweitens rezipierte, teilweise nicht ausreichend kritisch tradierte Einsichten und Ansichten über die Interaktion im internationalen Wirtschaftsleben kritisch zu überprüfen. Ein weiteres Teilprojekt beschäftigt sich mit den Auswirkungen von grenzüberschreitenden Fusionen auf Kommunikations- und Kooperationsprozesse. Es untersucht die Managementkommunikation auf den höchsten Führungsebenen zwischen einem nordamerikanischen Konzern und einer deutschen Tochtergesellschaft und zwischen derselben deutschen Firma und einer französischen Schwestergesellschaft. Dabei wird eine Vielzahl an Daten über die Sprache, Form, Medium, Funktion und Schwierigkeiten aus deutscher Sicht der erlebten Kommunikation erhoben. Auf dieser Grundlage werden Konzepte zur Optimierung der Kommunikation und Kooperation entwickelt.

**Prof. Peter Franklin M.A.**

**Tel.: +49 (0)7531 206-396**

**E-Mail: peter.franklin@htwg-konstanz.de**

### *Tagung Dialogin*

„Dialogin“ – The Delta Intercultural Academy versteht sich als globale Wissens- und Lerngemeinschaft zu den Themen Kultur, Kommunikation und Management im internationalen Kontext. Ziel ist, Aufmerksamkeit für dieses Themenfeld zu schaffen, den aktuellen Stand der Forschung für Wissenschaft sowie Praxis aufzubereiten und zu kommunizieren, ein Netzwerk für Interessierte zu schaffen und zur Verbesserung der Kompetenzen in Sachen Kommunikation und Kooperation im internationalen Management beizutragen. Dies geschieht u.a. über Foren, Publikationen und die jährliche Konferenz des Netzwerks.

**Prof. Peter Franklin M.A.**

**Tel.: +49 (0)7531 206-396**

**E-Mail: peter.franklin@htwg-konstanz.de**

### *Center for Business Compliance & Integrity*

Das im Mai 2013 gegründete Center for Business Compliance & Integrity (CBCI) ist eine privatwirtschaftlich geförderte Forschungs- und Entwicklungskooperation der HTWG Konstanz und COMFORMIS, einem Compliance-Dienstleister für den Mittelstand. Das organisatorisch am Konstanz Institut für Corporate Governance (KICG) angesiedelte CBCI ist auf den Gebieten Corporate Compliance, Business Ethics und Integrity Management tätig. Ziel der Kooperation ist es, Ergebnisse aus der Forschung für praxisrelevante Konzepte und Methoden fruchtbar zu machen. Im Fokus der Arbeit des Center for Business Compliance & Integrity steht

das Thema „Compliance im Mittelstand“, da die Einhaltung gesetzlicher und regulatorischer Anforderungen sowie interner Regeln und Verhaltensstandards auch für mittelständische Unternehmen immer mehr an Bedeutung gewinnt. Die Anforderungen an Compliance für typisch mittelständische Unternehmen zu kennen ist somit entscheidend für ein erfolgreiches Compliance Management. Das CBCI ist bestrebt, diese herauszuarbeiten und damit der Frage einer angemessenen und wirksamen Governance-Struktur im Bereich Compliance für mittelständische Unternehmen nachzugehen. Dabei geht es zunächst darum, den Bedarf und die Mindestanforderungen an Compliance im Mittelstand zu beleuchten. Daraufhin soll ein entsprechendes Implementierungs- und Prüfungsmodell entwickelt werden, das die besonderen Herausforderungen, vor denen mittelständische Unternehmen stehen, berücksichtigt. Ziel des CBCI ist es, dabei sowohl wissenschaftliche als auch praxisorientierte Diskurse zu dieser Thematik zu initiieren und angemessene Methoden und Standards in diesem Bereich zu entwickeln.

**Prof. Dr. Stephan Grüninger**

**Tel.: +49 (0)7531 206-251**

**E-Mail: stephan.grueninger@htwg-konstanz.de**

### *Interkulturelles Zentrum*

An der Hochschule Konstanz wird das Interkulturelle Zentrum weiter etabliert, welches das Ziel hat, die Internationalität der Hochschule zu erhöhen und allen Beteiligten des Hochschulalltags interkulturelle Kompetenz als Basis für effiziente und effektive Integrationsarbeit zu vermitteln. Bewährte Angebote der „Netzwerke für Studium und Beruf“ werden fortgeführt und sollen einen Beitrag dazu leisten, dass sich der Studienerfolg ausländischer Studierender erhöht und kulturelle Vielfalt vor Ort genutzt wird – nicht zuletzt in Hinsicht auf die Globalisierung der Arbeitswelt. Es werden Maßnahmen zur Ausbildung/Personalentwicklung durchgeführt und studentische Projekte initiiert. Als übergreifende Maßnahme wird das Zertifikat „Studium International“ etabliert, mit dem Studierende etwas Aktivitäten zur Vorbereitung auf eine internationale Berufstätigkeit nachweisen können.

**Prof. Dr. Christian Krekeler**

**Tel.: +49 (0)7531 206-395**

**E-Mail: christian.krekeler@htwg-konstanz.de**

# KOOPERATIVE PROMOTIONEN

**Im Folgenden finden Sie drei der laufenden oder vor kurzem abgeschlossenen kooperativen Promotionsprojekte sowie eine Übersicht über die im vergangenen Jahr abgeschlossenen Promotionen.**

## **Simulation von Trocknungsprozessen empfindlicher biologischer Güter unter instationären Randbedingungen (Umwelt- und Verfahrenstechnik)**

**Anna Nuñez-Vega, Absolventin 2015**

Bei der Auslegung von Trocknungsprozessen empfindlicher biologischer Güter spielt die Produktqualität eine zunehmend wichtige Rolle. Obwohl der Einfluss der Trocknungsparameter auf die Trocknungskinetik von Äpfeln bereits Gegenstand vieler Studien war, sind die Auswirkungen auf die Produktqualität bisher kaum bekannt. Die Untersuchung dieses Sachverhalts und die Entwicklung geeigneter Prozessstrategien zur Verbesserung der Qualität des resultierenden Produkts waren das Ziel der vorliegenden Arbeit. In einem ersten Schritt wurden zunächst umfangreiche stationäre Grundlagenversuche durchgeführt, die zeigten, dass eine Lufttemperatur im höheren Bereich, eine möglichst hohe Luftgeschwindigkeit und eine niedrige Taupunkttemperatur zur geringsten Trocknungszeit bei gleichzeitig guter optischer Qualität führt. Die Beurteilung dieser Qualitätsveränderungen erfolgte mit Hilfe einer neu eingeführten Bezugsgröße, der kumulierten thermischen Belastung, die durch das zeitliche

Integral über der Oberflächentemperatur repräsentiert wird und die Vergleichbarkeit der Versuchsergebnisse entscheidend verbessert. Im zweiten Schritt wurden die Ergebnisse der Einzelschichtversuche zur Aufstellung eines numerischen Simulationsmodells verwendet, welches sowohl die entsprechenden Transportvorgänge als auch die Formveränderung des Trocknungsgutes berücksichtigt. Das Simulationsmodell sowie die experimentellen Daten waren die Grundlage zur anschließenden Entwicklung von Prozessstrategien für die konvektive Trocknung von Äpfeln, die die resultierende Produktqualität, repräsentiert durch die Produktfarbe und -form, verbessern und gleichzeitig möglichst energieeffizient sein sollten. In einem weiteren Schritt wurde die Übertragbarkeit auf den industriellen Maßstab untersucht, wobei die entsprechenden Prozessstrategien an einer neu entwickelten, kostengünstigen Trocknungsanlage erfolgreich implementiert werden konnten. Das Ziel einer verbesserten Produktqualität konnte mit Hilfe unterschiedlicher instationärer Trocknungsschemata sowohl am Einzelschichttrockner als auch im größeren Maßstab erreicht werden. Das vorgestellte numerische Simulationsmodell zeigte auch bei der Vorhersage des instationären Trocknungsprozesses eine hohe Genauigkeit und war außerdem in der Lage, den Trocknungsverlauf im industriellen Maßstab zuverlässig voraus zu berechnen.

*Betreuer an der HTWG war Prof. Dr. Werner Hofacker, an der kooperierenden Universität Kassel Prof. Dr. Oliver Hensel*

## **Agiles Geschäftsprozessmanagement auf Basis gebrauchssprachlicher Modellierung (Wirtschaftsinformatik)**

**Peter Wiedmann**

Die stetig steigende Digitalisierung von Kommunikation und Interaktion ermöglicht eine immer flexiblere und schnelle Ausführung von Aktivitäten in Geschäftsprozessen. Neben der „Technisierung“ (vgl. Themen wie „Cloud Computing“, „Industrie 4.0“) erfordern komplexe organisationsübergreifende Geschäftsprozesse die effektive und effiziente Einbindung aller beteiligten Menschen (z.B. IT-Experten, Endanwender). Nur wenn alle Beteiligten Kenntnis über die aktuellen Geschäftsprozesse besitzen, kann eine adäquate Ausführung dieser sichergestellt werden. Die notwendige Balance zwischen Flexibilität und Stabilität wird durch die traditionellen Methoden des Geschäftsprozessmanagements (GPM) nur unzureichend gewährleistet. Sowohl aktuelle Forschungen als auch anwendungsbezogene Studien stellen die unzureichende Integration aller Beteiligten, deren fehlendes Verständnis und die geringe Akzeptanz gegenüber GPM dar.

Die Dissertation, welche im Rahmen des anwenderorientierten Forschungsprojekts „BPM@Cloud“ erstellt wird, befasst sich mit der Erarbeitung einer neuen Methode zum agilen Geschäftsprozessmanagement auf Basis gebrauchssprachlicher (alltagssprachlicher, fachsprachlicher) Modellierung von Geschäftsprozessen. Durch die Adaption und Erweiterung von agilen Konzepten der Softwareentwicklung wird eine Vorgehensweise zum iterativen, inkrementellen und empiri-

schen Management von Geschäftsprozessen beschrieben. Des Weiteren wird eine Modellierungssprache für Geschäftsprozesse entwickelt, welche zur intuitiven, gebrauchssprachlichen Erfassung von Geschäftsprozessen angewendet werden kann. Die Implementierung eines Software-Prototyps ermöglicht des Weiteren die direkte Aufnahme von Feedback während der Ausführung von Geschäftsprozessen. Die drei sich ergänzenden Bestandteile – Vorgehensweise, Sprache und Software-Prototyp – bilden eine neuartige Grundlage für eine verbesserte Erfassung, Anreicherung, Ausführung und Optimierung von Geschäftsprozessen.

*Betreuer der Dissertation sind Prof. Dr. Marco Mevius (HTWG) und Prof. em. Dr. Erich Ortner (TU Darmstadt), Kooperationspartner AXON IVY AG und bamero AG*

### **Corporate Social Entrepreneurship (CBWL): Prozess und Form ökonomischer Organisation für moralökonomische Innovation (BWL)**

#### **Marcus Ehrenberger**

Corporate Social Entrepreneurship (Austin 2009) ist ein Themengebiet, dem in der wissenschaftlichen Diskussion zur gesellschaftlichen Verantwortung von Wirtschaftsunternehmen (Corporate Social Responsibility) eine zunehmende Bedeutung zukommt. Auch politische und gesellschaftliche Akteure verweisen verstärkt auf die Schlüsselrolle von Firmen bei der Entwicklung und Umsetzung innovativer Geschäftsmodelle zur Lösung drängender gesellschaftlicher Probleme (so etwa die UN 2014 und die EU 2015). Corporate Social Entrepreneurship bezeichnet einen unternehmerischen Prozess, der auf die Entwicklung innovativer Güter und Dienstleistungen abzielt. Die daraus hervorgehenden skalierbaren und replizierbaren Geschäftsmodelle sollen langfristig finanziell stabil sein und neben gesellschaftlichem Mehrwert auch einen positiven Mehrwert für das Unternehmen selbst generieren. Im Zentrum steht dabei ein besonderer Typus von Innovation, der,

aufgrund der Simultanität und Rekursivität von moralischen und ökonomischen Aspekten, in der Dissertation als moralökonomische Innovation bezeichnet wird. In der wissenschaftlichen Diskussion wird diese Form von Innovation auch unter den Begriffen Social Innovation, Sustainable Innovation oder gesellschaftliche Innovation geführt. Aus sozialunternehmerischer Perspektive werden gesellschaftliche Problemstellungen nicht als Risikofaktor, sondern als unternehmerische Opportunität betrachtet: Soziale Probleme beinhalten demnach die Möglichkeit, durch innovative Güter, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle neue Kunden und neue Märkte zu erschließen. Die hierbei generierten Ressourcen und Fähigkeiten können die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen verbessern. Diese opportunitätsorientierte Perspektive spiegelt bereits in einer globalen Studie, in der über 1000 CEOs aus 27 Branchen befragt wurden: 78 % erkennen in gesellschaftlichen Problemstellungen Wachstums- und Innovationchancen für ihre Unternehmen, 80 % sehen in der Bearbeitung dieser Problemstellungen einen bedeutenden Hebel zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit (UN-Accenture 2013). Als Beispiel sei auf Geschäftstätigkeiten von multinationalen Verbrauchsgüterherstellern im Sockelbereich der Welteinkommenspyramide hingewiesen: Hindustan Unilever oder Grameen Danone zeigen deutlich, welches Innovations- und Marktpotenzial bisher vernachlässigte Bevölkerungsgruppen und deren Probleme, wie Mangelernährung und mangelhafte Hygienebedingungen, aufweisen und welche weitreichende positive gesellschaftliche Wirkung Wirtschaftsunternehmen diesbezüglich generieren können.

Diese knappe Skizzierung von Corporate Social Entrepreneurship verdeutlicht, inwiefern es sich von bisherigen CSR-Aktivitäten unterscheidet: Während letztere meist auf philanthropische Aktivitäten oder die Reduzierung negativer Effekte bestehender Wertschöpfungsketten fokussiert sind, zielt Corporate Social Entrepreneurship auf die Generierung von positiven Effekten durch Innovation ab. Aufgrund der Komplexität, des Ressourcenbedarfs und der Legitimitätsanfor-

derungen der anvisierten gesellschaftlichen Problemstellungen können diese nur in Kooperation mit verschiedenen Akteuren unterschiedlicher Sektoren (etwa staatliche Organisationen,

Nichtregierungsorganisationen, Verbände etc.) gelöst werden. Damit werden die Governance von intersektoralen Innovationsnetzwerken und der Umgang mit Normativität zu erfolgskritischen Fähigkeiten von Unternehmen. Das Dissertationsprojekt folgt der These, dass infolge der damit verbundenen Veränderung der Praxis ökonomischen Handelns, auch über die theoretische Konzeptionalisierung ökonomischer Organisation, neu nachgedacht werden muss. Dabei werden Fragen zur Form ökonomischer Organisation, das heißt zum Wesen, zum Zweck, zum Verhältnis mit der Gesellschaft, kurz: zu „The Nature of the Firm“ (Coase 1937) neu gestellt. Hierauf fokussiert das Forschungsvorhaben und zielt darauf ab, durch organisationstheoretische Aufarbeitung des Themengebiets Corporate Social Entrepreneurship einen theoretisch-konzeptionellen Beitrag zur Theorie der Firma zu leisten.

Die neoklassische Standardökonomie stellt für diesen Zusammenhang eine nur wenig fruchtbare theoretische Ausgangsposition dar. Die Firma wird hier als Produktionsfunktion und Mechanismus zur Gewinnmaximierung konzipiert. Durch theorieimmanente Annahmen, wie etwa vollständige Informationen, vollständige Verträge, vollständig rationale Akteure und perfekter Wettbewerb, können innovative Organisationen, oder allgemeiner: Unternehmertum, nicht abgebildet werden. Des Weiteren spielen Moral, Werte und Vertrauen keine Rolle für die Realisierung von Kooperation und Transaktionen. Letztlich bleibt damit die Komplexität und Kontingenz modernen Gesellschaften unberücksichtigt.

Theorien der Neuen Institutionenökonomik und Neuen Organisationökonomik (Richter/Furubotn 2010; Wieland 1996) weisen hinsichtlich des oben beschriebenen Forschungsfokus ein höheres Beschreibungs- und Erklärungspotenzial auf. Das Forschungsvorhaben folgt der Annahme, dass insbesondere die Go-

vernanceethik (Wieland 2014; Wieland/Ehrenberger (im Erscheinen)), als Teil der neuen Organisationsökonomik (Williamson), einen geeigneten Zugang zum obigen Forschungsgegenstand darstellt. In den vergangenen Jahrzehnten hat das Forschungsprogramm der Governanceethik die Bedeutung von Moral für ökonomische Organisation deutlich herausgearbeitet. Moral und Werte werden als individuelle und organisationale Ressource konzipiert, die Einfluss auf die effiziente Realisierung von Transaktionen haben. Auch das Verhältnis und die Interaktion zwischen Gesellschaft und Unternehmung wurden erkenntnisreich herausgearbeitet. Ziel der Governance eines Unternehmens ist nicht Maximierung von Wert, sondern Ökonomisierung von Kooperationsbeziehungen, durch Herstellung von Ordnung, Konfliktlösungsmechanismen und Realisierung gegenseitiger Vorteile. Die Governanceethik entwickelt die These, dass Unternehmen eine moralische Seite haben und eben diese für private und gesellschaftliche Wertschöpfung an Relevanz gewinnt.

Bisher hat die Governanceethik bedeutende theoretische und anwendungsorientierte Beiträge rund um die Themengebiete Corporate Social Responsibility geleistet und erkenntnisreiche Schlüsse für die ökonomische Organisationstheorie gezogen (Wieland 2014). Das Themengebiet Corporate Social Entrepreneurship blieb dabei bisher jedoch unberücksichtigt, sodass hinsichtlich unternehmerischen Handelns mit normativer Stoßrichtung ein Forschungsdesiderat zu konstatieren ist. Das Dissertationsvorhaben will zur

Schließung dieser Lücke einen Beitrag leisten, indem die Kompatibilität relevanter (Social)Entrepreneurship-Theorien mit der Governanceethik und neuen Organisationsökonomik geprüft und Vorschläge für deren Verbindung herausgearbeitet werden. Hierüber können neue Erkenntnisse für den Prozess und die Form ökonomischer Organisation in Zusammenhang mit Corporate Social Entrepreneurship gewonnen werden und die ökonomische Organisationstheorie aus governanceethischer und governanceökonomischer Perspektive konkretisiert werden.

Aus methodologischer Sicht handelt es sich beim vorliegenden Forschungsprojekt um eine qualitative Konzeptentwicklung, der eine kritische Begriffsarbeit zugrunde liegt. Zentral ist dabei die konstruktive Zusammenführung bisher unverbundener Theorien der Neuen Institutionenökonomik, Neuen Organisationsökonomik und (Social-)Entrepreneurship-Theorie zu einem konsistenten begrifflichen Rahmen. Grundlage ist hierfür eine systematische Auswertung der einschlägigen Literatur. Der Anwendungsbezug erfolgt zu Illustrationszwecken durch Aufgreifen bestehender Fallstudien zu konkreten Unternehmen und nicht auf Basis eigener empirischer Erhebung. Jedoch folgt das Dissertationsvorhaben dem Anspruch, als konzeptionelle Vorbereitung und Grundlage künftiger empirischer Forschung zu dienen.

*Marcus Ehrenberger ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Konstanz Institut für Corporate Governance (KICG). Der an der HTWG diplomierte Betriebswirt ist Promotionsstipendiat der Stiftung der Deutschen Wirtschaft (SDW), Doktorand bei Prof. Dr. habil. Josef Wieland (Zeppelin Universität Friedrichshafen) und Prof. Dr. Michael Schramm (Universität Hohenheim).*

Frau Nuñez-Vega, Herr Wiedmann und Herr Ehrenberger sind Mitglieder des kooperativen Promotionskollegs der HTWG.

## Abgeschlossene kooperative Promotionen 2014

Fakultät	Zahl
Elektro- und Informationstechnik	2
Maschinenbau/Verfahrenstechnik	2
Informatik	3
Wirtschafts-, Rechts- und Kulturwissenschaften	1
Insgesamt	8





# CHALLENGING PERSPECTIVES

A world of opportunities  
for your career

[www.jobs.airbus-group.com](http://www.jobs.airbus-group.com)

Airbus Defence and Space bietet Ihnen auch ganz in der Nähe zur HTWG Konstanz an unserem Standort Friedrichshafen zahlreiche spannende Einstiegsmöglichkeiten. Insbesondere für die Studiengänge Elektro-/ bzw. Informationstechnik, Informatik, Maschinenbau, Wirtschaftswissenschaften und Physik.

**AIRBUS**  
GROUP

# ICH BEI ZF. SOFTWAREENTWICKLER UND RENNFAHRER.

Ich suche schon immer nach neuen Wegen, wie man Dinge verbessern kann. Diese Leidenschaft lebe ich heute voll und ganz aus. Im Job genauso wie privat. Denn egal ob es um neue Ideen geht, wie sich Nutzfahrzeuge in Zukunft noch komfortabler gestalten lassen, oder um Lösungen, die meinen geliebten Renn-Trabi noch besser machen – mein Kopf steht niemals still. Mein Name ist Libor Jelínek und ich bin Softwareentwickler. Mehr über mich, meinen Job und wie viel man bei und mit ZF bewegen kann, gibt es unter [www.ich-bei-zf.com](http://www.ich-bei-zf.com).



MOTION AND MOBILITY



LIBOR JELÍNEK



Softwareentwickler  
ZF Friedrichshafen AG



[twitter.com/zf\\_konzern](https://twitter.com/zf_konzern)  
[facebook.com/zffriedrichshafen](https://facebook.com/zffriedrichshafen)  
[youtube.com/zffriedrichshafenag](https://youtube.com/zffriedrichshafenag)



Scan den Code und erfahre mehr  
über uns und die Arbeit bei ZF:

